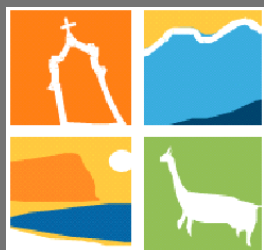


2013

FORMATO INFORME TECNICO FINAL PROYECTOS FIC REGIONAL

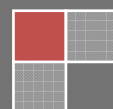
FONDO DE INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD

Convenios FIC 2011



IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO
AVANZADO DE MANUFACTURA Y
MANTENIMIENTO, COMO SOPORTE AL
DESARROLLO COMPETITIVO DEL SECTOR
INDUSTRIAL DE LA REGIÓN DE ARICA Y
PARINACOTA

Gobierno Regional de Arica y Parinacota
División de Planificación y Desarrollo Regional



**IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO AVANZADO DE
MANUFACTURA Y MANTENIMIENTO, COMO
SOPORTE AL DESARROLLO COMPETITIVO DEL
SECTOR INDUSTRIAL DE LA REGIÓN DE ARICA Y
PARINACOTA.**

Código BIP: 30110568-0

INFORME TÉCNICO FINAL

10 de Octubre de 2013.



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL
DE ARICA Y PARINACOTA**

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

Nombre del Ejecutor:

UNIVERSIDAD DE TARAPACA

Nombre del Proyecto:

IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO AVANZADO DE MANUFACTURA Y MANTENIMIENTO, COMO SOPORTE AL DESARROLLO COMPETITIVO DEL SECTOR INDUSTRIAL DE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

Fecha del Convenio:

02 de Agosto de 2011

Período Informado: (MESES)

Agosto 2011 _ Agosto 2013

Coordinador o responsable del Proyecto:

Nombre:

Correo electrónico y Teléfono:

MANUEL FUENTES MAYA

msfuentes@uta.cl / 58-2205291 / 93666311

1.- Resumen del Proyecto o programa:

Descripción resumida de la iniciativa:

El proyecto consiste en la implementación y habilitación del Centro Avanzado de Manufactura y Mantenimiento (CAM&PM), de la Escuela Universitaria de Ingeniería Mecánica, de la Universidad de Tarapacá. Para lo cual se contempla realizar las obras de habilitación de 113 m² del actual laboratorio de fresas, montaje de equipos nuevos recientemente adquiridos y la adquisición de equipamiento para modernas aplicaciones.

Para la Manufactura Asistida por Computador - CAM (Computer-Aided Manufacturing), el centro contará de equipos para la manufactura de piezas mecánicas que la Escuela de Mecánica pondrá a disposición, estos equipos son un centro de mecanizado CNC de husillo vertical, un tornos CNC, un equipo universal de



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL
DE ARICA Y PARINACOTA

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

ensayos de materiales y un brazos robóticos para aplicaciones en soldadura MIG. En lo referente al Mantenimiento Predictivo - PM (Predictive Maintenance), se incorporará un analizador de vibraciones mecánicas basado en un DAQ system, una cámara para termografías, y la adquisición de un equipo para la simulación de fallas en equipos rotatorios.

El Centro CAM&PM se complementará con la adquisición de nuevas tecnologías, necesarias para promover la innovación de procesos y productos en el Sector Industrial Metalmecánico de la región. Los equipos considerados son una impresora tridimensional que permite realizar prototipos rápidos mediante deposición de material fundido (FDM) a partir de un dibujo 3D, un scanner 3D que permite digitalizar un objeto real y obtener un dibujo tridimensional en el computador, un moderno scanner para digitalizar planos, con este equipo se podrán obtener planos en formato CAD (Computer Aided Drawing) para su posterior modificación o respaldo. Cada equipo constará de un computador con pantallas de 24 pulg y los respectivos software para sacarles el mayor provecho posible.

Asímismo, el centro contará con un equipo único para la capacitación especializada en el área de dinámica de máquinas y estructuras, un analizador de vibraciones portátil de última generación, y un equipo medidor para vibración y balanceamiento dinámico de rotores.

Objetivo General:

Difundir y transferir tecnologías al sector industrial de la región con el propósito de contribuir al aumento de su productividad, innovación y competitividad.

Objetivos Específicos:

- Habilitar un espacio físico en donde funcione el Centro Avanzado de Manufactura y Mantenimiento – CAM&PM.
- Incorporar nuevas tecnologías en la región, para el modelamiento 3D, creación de prototipos y el uso de técnicas predictivas.
- Realizar difusión y transferencia de nuevas tecnologías hacia las empresas y sus profesionales, como contribución para el fomento de la innovación y competitividad de la industria regional.
- Fomentar la investigación aplicada hacia las necesidades del sector industrial de la región.



FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

- Contribuir a la formación de capital humano avanzado en el uso de tecnologías para la manufactura.

Resultados o productos esperados:

El proyecto tiene la finalidad de acercar nuevas tecnologías al sector empresarial, por lo que se espera alcanzar los siguientes resultados:

- Contar con un centro de investigación aplicada de calidad y a futuro acreditado en apoyo al sector metalmecánico, industrial y minero de la región.
- Ofrecer asesorías, capacitación y difusión de tecnologías utilizadas para la manufactura y el diseño asistido por computador.
- Aportar al mejoramiento de la calidad del sistema educativo y adecuarlo a las necesidades de las empresas.
- Estrechar los vínculos entre las Empresas y la Escuela de Ingeniería Mecánica, con la finalidad de crear redes de apoyo a la innovación, actuando como socios estratégicos de las empresas regionales para en conjunto llevar la producción a un nivel de competitividad.
- Entregar conocimiento en apoyo a los emprendedores, inventores y futuros empresarios.
- Tener una vitrina de tecnologías avanzadas, que sólo se utilizan en países desarrollados y altamente competitivos.

2.- Metodologías aplicadas:

Durante la ejecución del proyecto, la metodología aplicada fue siempre de proactividad, la cual consistió básicamente en realizar las siguientes gestiones:

- Cotizar nuevamente los equipos a adquirir, para obtener un valor actualizado, asignar los fondos respectivos y recopilar los datos técnicos necesarios para la licitación.
- Entregar la información con las características técnicas de los equipos al personal asignado para los Proyectos FIC 2011, los cuales elaboraban la documentación para el llamado a licitación, quienes a su vez enviaban la información al asesor jurídico para su aprobación.
- Una vez realizada la licitación se recibían las ofertas técnicas y económicas, adjudicando al proveedor más económico pero que cumpliera con las especificaciones técnicas de los equipos.
- Al recibir el equipamiento se procedía de inmediato a su instalación. Con respecto a la remodelación y habilitación del centro CAM&PM, muchos trabajos



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL
DE ARICA Y PARINACOTA**

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

se realizaron en periodo de vacaciones, donde sólo se contrato la mano de obra y la compra de los insumos y materiales fue realizada mediante compra directa con las empresas que mantienen un contrato con la Universidad mediante convenio marco.

- Por último la escasa difución que se realizo a las empresas y estudiantes que por otros motivos visitaron la Escuela de Ingenieria Mecánica, esta se realizo mostrando las nuevas dependencias y equipamiento, insistiendo que aun faltaban implementar mas equipos y los fondos para la difusión de la tecnologias presentes.

3.- Gestiones y Actividades Realizadas para el logro de los objetivos:

Durante el periodo de ejecución de proyecto desde Agosto 2011 a Agosto 2013, se han realizado las siguientes gestiones y actividades:

Gestiones:

- Se recotizarón los equipos a adquirir, se solicitarón las cartas de representantes de empresas internacionales.
- Se entregaron los datos tecnicos para la elaboración de la base tecnicas para las licitaciones.
- Se invitaron a las empresas a presentarse en las licitaciones, habiando algunas que no venden sus equipos mediante el proceso de Chilecompras o Mercado Público.
- Se gestiono la compra internacional del software e interface de comunicación para la actualización de la maquina de ensayos Kratos, la cual resultado negativa por que la empresa no cuenta con representate en Chile, lo que genera tramites que no estan dispuestos a realizar. Para dar solución al problema se solicitaron cotizaciones de empresas chilena, factibles de importar el software y la interface, lo cual dio como resultado cotizaciones con precio superiores a los recursos disponibles. Se realizo de todos modos la licitación, quedando desierta por sobrepasar en un 200% el valor presupuestado y cotizado directamente a Kratos Equipamientos de Brasil.
- Se realizo una visita tecnica a la Feria Internacional de Maquinas Herramientas y Sistemas Integrados de Manufactura, FEIMAFE 2013 en la ciudad de Sao Paulo _ Brasil, información entregada junto con el informe financiero del mes de Julio de 2013. El material recopilado de la visita, así como imagenes y videos se presentaría en el seminario programado en el proyecto, el cual se pretendia realizar post aprobación de ampliación de convenio y entrega de cuarta cuota. Apesar de las difucultades las difusión

de maquinas herramientas y tecnologia de impresión 3D, se continuará realizando en las Ferias Vocacionales en la cual la Universidad participe.

Actividades realizadas:

1. Remodelación y habilitación de 113 m² del laboratorio de Fresa:

- Retiro de las estructuras antiguas que albergaban el centro de mecanizado CNC, torno CNC y Maquina Kratos.
- Construcción de tabiqueria para albergar todos los equipos en un sólo ambiente.
- Instalación de cielo americano.
- Instalación de alimentación electrica para los equipos nuevos.
- Instalación de un tablero electrico de fuerza para la alimentación de los equipos nuevos, especialmente el robot industrial ABB, la impresora 3D Stratasys, Maquina de ensayos Kratos y el centro de mecanizado CNC Haas.
- Instalación de piso ceramico y remodelación del porton principal.

2. Adquisición de Equipos Complementarios:

- Impresora Tridimensional Marca Stratasys FDM, Dimensión 1200es.
- Equipo analizador de vibraciones portatil.
- Scanner de planos Colortrac Vi40e.
- Scanner 3D HD Nextengine.
- Analizador de Vibraciones Bannister portatil multivariables.
- Analizador de Vibraciones Vitrio portatil.
- Computadores y pantallas de 24 pulgadas .

3. Instalación de Equipos Nuevos:

- Instalación del Robot Industrial ABB modelo 1600ID.
- Reubicación del Centro de Mecanizado CNC (fresa vertical) marca Haas.
- Instalación de la Impresora 3D marca Stratasys modelo Dimension 1200es.
- Instalación de la Cortadora Laser.
- Instalación del Scanner 3D marca NextEngine.
- Instalación de Scanner de planos Colotrac.
- Instalación de Simulador de Vibraciones y operación de los analizadores de vibraciones.
- Instalación de los computadores y pantallas.



4. Puesta en Marcha del Centro:

- La puesta en marcha del centro, aun no se ha completado, debido a que todos los equipos adquiridos y aportados por la Universidad, requieren de los softwares actualizados, los cuales estaban en proceso de re_licitación. De los cinco computadores adquiridos sólo tres cuentan con los software para su aplicación. Quedando sin poder actualizar el computador para el centro de mecanizado Haas y la maquina de Ensayos Kratos.
- Se estima que el porcentaje de ejecución del proyecto alcanzo un 75%, quedando sin tiempo, ni fondos las actividades principales del proyecto como la difución y la tranferencia de tecnologías al sector productivo metalmeccanico de la región.

4.- Problemas técnicos y financieros del proyecto:

Durante la ejecución del proyecto ocurrieron los siguientes problemas:

Técnicos: los problemas técnicos detectados se produjeron principalmente en el proceso de compra de los equipos, los cuales se debieron principalmente a las causales de:

- Empresas que no trabajan mediante el sistema de mercado público, obligo a tener que contactar a una segunda empresa que comprara el equipo y después lo ofertara a través del portal de mercado público, provocando un incremento en el valor del equipo entre un 50 al 200 %.
- Cabe mencionar que varias licitaciones quedaron desiertas por la falta de oferentes, documentación no entregada, costos de los equipos que sobrepasaban lo presupuestado. Al cotizar un equipo las empresar entregar un valor que venta en condiciones normales, con plazos bien definidos, pero al realizarse la compra mediante la plataforma de Mercado Publico el precio final del equipo se incrementa entre un 50 a 100 % su valor normal.
- Empresas que no cuentan con representantes en Chile, generan el problema de una compra internacional, donde por exigencias de contraloría dichas empresas deben presentar boletas de garantía en bancos nacionales, en algunos casos debido a los bajos montos del costo de equipo, dichas empresas no están dispuestas a tanta burocracia y por lo tanto no venden el equipo.



FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

- Se realizaron varias licitaciones que al final del proceso tuvieron que declararse desiertas, porque los oferentes no entregaron la documentación requerida como por ejemplo el anexo de garantías, indicar el nombre y firma del representante legal.
- Por el gran número de proyectos FIC ejecutándose durante el mismo periodo, la aprobación de la documentación para la licitación por parte del asesor jurídico de la Universidad, sufrió un retraso, que en algunos equipos llegó a ser de tres meses. Este problema produjo retraso en la compra y una solicitud de extensión del plazo de ejecución del proyecto, lo que culminó con el cierre de este sin terminarse adecuadamente.
- La no adquisición de los software de actualización de los equipos Haas y Kratos genera los inconvenientes de no poder realizar las capacitaciones programadas en el centro de mecanizado CNC, y en la máquina Kratos impide brindar los servicios de ensayos de materiales a la Empresa Condensa, se podrá seguir prestando el servicio con el software y calibración antigua, lo que no garantiza su exactitud y exigencia sobre la calidad de los ensayos.

Financieros: los problemas financieros que ocurrieron tienen sus orígenes en:

- No se entregó la totalidad de los recursos asignados al inicio del proyecto, lo que provocó que sólo se tuvieran recursos para algunos equipos.
- La exigencia de tener gastados o comprometidos al menos el 85% de monto entregado, provocó el retraso en la entrega de la segunda cuota. Una vez cumplido el porcentaje exigido, la segunda cuota se retrasó en tres meses su entrega.
- En el caso puntual de este proyecto, en el convenio quedó establecido que el monto adjudicado sería pagado en dos cuotas, que posteriormente quedaron en tres cuotas, para el 2011, 2012 y 2013. La cuota correspondiente para el 2013 de 28 millones, se volvió a dividir en dos cuotas más, una de 9 millones y los 19 millones restantes nunca se entregaron, teniendo el 85% de la segunda cuota 2012 cumplidos.
- En el caso puntual durante la compra de la impresora 3D esta llegó incompleta, lo que provocó que la orden de pago de la factura quedara pendiente hasta la entrega total del equipo, este problema provocó que durante cinco meses desde que comenzó el proceso de compra hasta su recepción final, el monto asignado de 27 millones



FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

estuviera detenido sin poderlos asignar a otro equipo generando retrasos en el cumplimiento del 85% exigido para la entrega de más fondos.

5.- Resultados

Descripción detallada de los resultados obtenidos a la fecha en comparación con lo previsto en la propuesta original.

5.1.-Resultados esperados por objetivo e indicadores (ETAPA)

Objetivo Espec. N°	Resultado	Indicador	Actual	Meta Final	Parcial	
					Meta	Plazo
1	1.1. Retiro de 80 m ² de estructura del actual cierre	m ² de estructura retirada.	100%	80	Cumplida	Mayo 2012
1	1.2. Cierre en estructura metálica y tabiquería de 36 m ² .	m ² de estructura y tabiquería realizada	100 %	36	Cumplida	Mayo 2012
1	1.3. Colocación de piso cerámico en 113 m ² .	m ² de piso cerámico instalados	100%	113	Cumplida	Mayo 2012
1	1.4. Colocación de cielo americano en 113 m ² .	m ² de cielo americano instalados	100%	113	Cumplida	Mayo 2012
1	1.6. Instalación de energía eléctrica en 380 y 220 Volt a equipos nuevos.	Nº de conexiones instaladas	100%	5	Cumplida	Mayo 2012
1	1.7. Demarcación de seguridad del brazo robótico	Metros lineales demarcados	0%	8 metros lineales	NO Cumplida	Agosto 2013
1	1.8. Pintura y obras menores	M2 de pintura realizada	100%	100m ²	Cumplida	Mayo 2012



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL
DE ARICA Y PARINACOTA**

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

2	2.1. Impresora Tridimensional Marca Stratasys FDM, Modelo Dimensión 1200 es.	Impresora 3D adquirida /no adquirida	100%	adquirida	adquirida	Agosto 2012
2	2.2. Scanner 3D HD marca NextEngine y accesorios	Scanner 3D adquirido/no adquirido	100%	adquirido	adquirido	Septiembre 2012
2	2.3. Scanner de Plano, marca Colortrac Vi40e	Scanner de plano adquirido /no adquirido	100%	adquirido	adquirido	Julio 2012
2	2.4. Equipo de vibraciones mecánicas - Spectraquest.	Equipo Adquirido / No adquirido	25%	no adquirido	En proceso de relicitación por falta de fondos	Agosto 2013
2	2.5. Equipo Analizador de vibraciones	Equipo Adquirido / No adquirido	100%	adquirido	adquirido	Julio 2013
2	2.6. Accesorios para equipo simulador de vibraciones	Equipo Adquirido / No adquirido	0 %	No adquiridos	En espera de autorización de segunda reitimización	Agosto 2013
2	2.7. Equipo Analizador de vibraciones portatil	Equipo Adquirido / No adquirido	100%	adquirido	adquirido	Septiembre 2012
2	2.8. Computadores y software's actualizados	N° de computadores adquiridos y actualizados	100%	5 computado res	adquiridos	Agosto 2013
2	2.9. Software's para actualización.	N° de software adquiridos / no adquiridos	0 %	2 software	En revisión juridica para relicitación	Agosto 2013
3	3.1. Instalación de la Impresora 3D y scanner 3D	Equipo Instalado /no instalado	100%	2 equipos	Equipos Instalados y operando	Septiembre 2012
3	3.2 Instalación de scanner de planos	Equipo Instalado /no instalado	100%	1 equipo	Instalado y operando	Julio 2012
3	3.3. Montaje de los equipos para análisis de vibraciones mecánicas	Equipos instalados / no instalados	75%	4 Equipos instalados y puestos en marcha	3 equipos instalado y operando	Agosto 2013
3	3.4. Montaje del Brazo Robótico para aplicación en soldadura.	Montaje del Brazo Robótico realizado/ no realizado.	100%	Montaje realizado	Cumplida	Junio 2012
3	3.5. Reemplazo de computadores	Reemplazo de computadores	75%	5 PC	Adquiridos y reemplazados	Agosto 2013



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL
DE ARICA Y PARINACOTA**

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

		realizado /no realizado				
4	4.1. Actualización del software del Centro de Mecanizado.	Realizado/no realizado	25%	Software adquirido e instalado	En relicitación No adquirido	Agosto 2013
4	4.2. Actualización del software del torno CNC.	Realizado / no realizado	25%	Software adquirido e instalado	Pendiente por falta de fondos	Agosto 2013
4	4.3. Actualización del software maquina de ensayos Kratos	Realizado / no realizado	25%	Software adquirido e instalado	En proceso de adquisición	Agosto 2013
4	4.4. Puesta en marcha del brazo robótico.	Puesta en marcha del brazo robótico realizada/ no realizada	100%	Puesta en marcha de brazo robótico realizada	En Operación	Junio 2012
4	4.5. Puesta en marcha de la impresora 3D, scanner 3D y scanner de planos.	Puesta en marcha de scanner realizada/no realizada	100%	3 equipos	Equipos en operación	Agosto 2013
4	4.6. Puesta en Marcha para equipos para vibraciones mecánicas	Realizado / no realizado	75%	4 equipos instalados y operando	3 equipos instalados	Agosto 2013
5	5.1. Visitas Técnicas de Empresarios	N° de visitas de empresarios	20%	10 visitas	2 visita	Agosto 2013
5	5.2. Visita de estudiantes de enseñanza media	N° de vistas de estudiantes recibidas	10%	20 visitas	2 visitas	Agosto 2013
5	5.3. Visitas de la comunidad en general	N° de visitas al año	5 %	100 visitas	5 personas	Agosto 2013
5	5.4. Seminarios	N° de seminarios al año	0%	1 seminario	0 seminarios	Agosto 2013
5	5.5. Publicidad en diario local	N° de publicidad en diario local	0%	1 publicidad	0 publicidad	Agosto 2013
5	5.6. Impresión y entrega de revista informativa	N° de ejemplares impresos	0%	100 ejemplares	0 ejemplares	Agosto 2013
5	5.7. Realización de video promocional y pagina web.	Video promocional realizado / no realizado	0%	1 video realizado	0 Video	Agosto 2013
5	5.8. Capacitación ha trabajadores de empresas.	N° de capacitaciones a trabajadores al año.	0%	2 capacitaciones	0 capacitaciones	Agosto 2013
5	5.9. Cursos Especializados	N° de cursos especializados realizados	0%	4 cursos	0 cursos	Agosto 2013
5	5.10. Asesorías Técnicas.	N° de asesorías técnicas realizadas	25%	4 asesorías	1 asesoría	Agosto 2013
5	5.11. Prototipos de productos	N° de prototipos rápidos realizados al año	25%	100 prototipos	25 prototipos realizados	Agosto 2013
5	5.12. Servicio de Scanner	N° de scanner de planos y objetos	0%	50 scanner realizados	0 scanner realizados	Agosto 2013

 ARICA Y PARINACOTA GOBIERNO REGIONAL	PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE ARICA Y PARINACOTA
	FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

		realizados				
5	5.13. Temas de Investigación aplicados.	Nº de temas de investigación aplicada	25%	4 temas de investigación	1 tema desarrollandose y 1 por comenzar	Agosto 2013
5	5.14. Temas desarrollados por alumnos de post y pregrado.	Nº de temas de tesis realizadas	75%	4 Tesis realizada	2 tesis realizadas + 1 tesis realizandose	Agosto 2013

5.2- Resumen de los Resultados logrados:

Los resultados logrados hasta la fecha de cierre del proyecto han sido:

a) Contar con un Centro de Investigación Aplicada:

- Remodelación y habilitación de 113 m2 de la laboratorio de fresas para albergar al Centro CAM&PM ya es realidad.
- Realización de temas de memoria de alumnos de ingeniería mecánica y mecatrónica.
- Se había comenzado con la investigación aplicada de taladrado robótico y mecanizado robotizado, quedando esta suspendida por la no adquisición de los software Surfcam y IRBCAM necesarios para dichas aplicaciones.

b) Ofrecer asesorías, capacitación y difusión de tecnologías: Se han realizado asesorías a las siguientes empresas :

- **Rhona:** verificación del proceso de soldadura robotizada en estanque de transformadores electricos, para determinar la factibilidad tecnica.
- **Condensa:** medición de parametros de resistencia de materiales en los envases de alumnio, para cumplir con exigencias de calidad.
- **Empresa Portuaria Arica:** cotización de realización de maqueta mediante prototipos impresos en impresora 3D.

c) Aportar al mejoramiento de sistema educativo:

- Se realizo una visita con estudiantes del CFT Tarapaca, acompañados del Señor



FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

Sergio Villanueva, quienes apreciaron el robot realizando una soldadura, además conocieron los prototipos que genera la impresora 3D y los otros equipos del centro.

- El centro se utiliza para mostrar las tecnologías integradas de manufacturas a los alumnos de ingeniería mecánica, además de la muestra del robot funcionando en el curso de métodos avanzados de soldadura.
- Los alumnos de la universidad de Tarapaca cuentan con tecnología utilizada en países desarrollados, como la impresora 3D, scanner 3D, robot industrial, máquinas CNC, cortadora láser, etc.
- Visita de la alumna con puntaje regional en lenguaje al centro, generó la orientación a optar por la carrera de ingeniería en mecatrónica.

d) Estrechar vínculos con Empresas Locales: se cuenta con vínculos con las empresas locales como:

- Tecnometal, Condensa, EPA y Astillero Arica.

e) Apoyar a emprendedores, inventores y futuros empresarios:

- Visita al Centro por parte de un emprendedor, al cual se le ofreció asesoría técnica para la compra de una cortadora láser.
- Se realizaron actividades emprendedoras por parte de los alumnos de ingeniería mecánica y mecatrónica.

f) Tener una vitrina de tecnologías avanzadas: Se cuentan con los siguientes equipos.

- Impresora 3D, Scanner 3D, Scanner de Planos, Cortadora Láser.
- Máquina de ensayos Kratos, Fresa Vertical CNC, Torno CNC.
- Robot para aplicaciones en soldadura de 6 grados de libertad.
- Simulador de vibraciones y analizador de vibraciones portátil.



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL
DE ARICA Y PARINACOTA

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

6.-Beneficiarios directos que participaron del proyecto o programa:

Con respecto a los beneficiarios directos, durante la ejecución del proyecto han sido los estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica, Mecatrónica y Electrónica, los cuales han realizados temas de memorias, diseñado y fabricado prototipos de partes para los robot, uso de la cortadora laser en la construcción de partes y piezas. También como beneficiados directos han sido los académicos de la Escuela de Mecánica, que ahora cuentan con un Centro en condiciones para la realización de clases, capacitaciones, difusión de tecnologías a las visitas de la Escuela. Un aspecto importante de destacar es la motivación que la realización de este proyecto a provocado en los academicos de mecánica que no participaron directamente, ahora que pueden visualizar tecnologías de vanguardia, ellos pretender también incorporar las ultimas tecnologias en otras areas de la mecánica, como son en diseño, termofluidos, procesos y energías renovables. Un ejemplo real ha sido la compra de una cortadora por plasma CNC para materiales metálicos de espesores sobre 5 mm que la escuela adquirio para el laboratorio de soldadura.

De acuerdo a lo indicado en el proyecto original, los beneficiarios directos proyectados son:

- Los estudiientes de las carreras de ingenieria y técnicos, al contar con equipamiento de última generación para su capacitación y herramientas para la innovación de productos y procesos de fabricación.
- Los trabajadores de las empresas del rubro industrial que podran capacitarse mediante sistema SENCE, y así aumentar la productividad en su puesto



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

laboral.

- Los futuros emprendedores que tendrán al alcance herramientas y equipamiento para desarrollar prototipos de productos, los cuales podrán utilizar para explicar sus ideas y buscar financiamiento.
- Los empresarios de la región interesados en conocer, capacitarse e incorporar estas tecnologías en sus sistemas productivos.

7.- Perspectivas de viabilidad/sostenibilidad del proyecto:

Perspectivas de Viabilidad:

Al encontrarse el Centro CAM&PM en las dependencias de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Tarapacá, la viabilidad de continuación y mantención del proyecto queda respaldada por la experiencia del personal docente y auxiliares de la Escuela. El personal docente que hara uso, difusión y transferencia de las tecnologías esta compuesto por Ingenieros Civiles de las especialidades de mecánica y electrónica.

Como se indico en el proyecto original la Escuela de Mecánica cuenta con el centro de ex-alumnos de Ingeniería Mecánica, profesionales titulados que laboran en las principales empresas mineras del norte de Chile, y en las empresas locales, esto se traduce en una oportunidad de difusión y trnsferencia de tecnología hacia las empresas metalmeccanicas que prestan servicio de fabricación y montaje que piezas para los procesos mineros. Apesar del cierre del proyecto, se considera que este ha culminado exitosamente, se contempla realizar actividades de difusión a los empresarios del sector industrial metalmeccánico de la región, especialmente con aquellas empresas que tienen un vinculo con la Escuela, entre otras Cormetar, Agrícola Tarapaca, Quiborax, Tecnometal, Corpesca, EPA y Astillero Arica.



Sostenibilidad del Proyecto:

Durante el periodo de ejecución del proyecto, se capacitarán alumnos y personal auxiliar de laboratorio en el uso y operación de los equipos, algunos de los ex_alumnos que realizaron sus memoria en los equipos del Centro CAM&PM, están trabajando a honorario en la Escuela, en asignaturas de especialidad de la carrera de ingeniería mecánica, por lo que se vislumbra continuidad del proyecto a futuro. El grupo de docentes, junto al DECANO de la Escuela, serán los responsables de la mantención y correcta operación de los equipos adquiridos con recursos FIC y los equipos aportados por la Universidad con fondos propios. La sostenibilidad del proyecto queda garantizada, debido a que gracias al proyecto, la Decanatura ha decidido adquirir otros equipos de última generación y colocarlos a disposición del CENTRO CAM&PM, entre ellos una cortadora laser y una cortadora por plasma.

Los costos que el centro CAM&PM genere por concepto de pago de energía, compra de insumos y materiales para los equipos, costos de mantención y operación, serán cubiertos por la Escuela de Mecánica en el ítem de mantenimiento, material para docencia y operaciones. Mediante la prestación de servicio y capacitación se financiarán actividades de difusión y transferencia de tecnología.

Se contempla realizar los siguientes servicios y productos:

Difusión y Transferencia: los temas en los cuales el centro prestará asesorías para la difusión y transferencia de tecnologías son:

- Asistencia técnica a empresas del Sector Industrial Metalmecánico y Minero de la Región.



FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

- Modelamiento, análisis y simulación de sistemas de manufactura computarizada.
- Planeación y realización de giras tecnológicas a ferias internacionales en temas de maquinas herramientas y sistemas integrados de manufactura.
- Prestación de Servicio en Montaje, Puesta de Marcha y Mantenición de Equipos.
- Prestación de Servicio en Ensayos de Materiales.
- Prestación de Servicio en Monitoreo, Analisis de Vibraciones y Termografía para el Mantenimiento Predictivo.

Formación de Capital Humano: la modalidad será mediante cursos básicos y avanzados para todo publico y empresas en:

- Operación y Mantenimiento de Centro de Mecanizado CNC, Tornos CNC y Robotica Industrial.
- Dibujo, Diseño y Manufactura asistida por computador (CAD/CAE/CAM).
- Programación y montaje de Controlador Lógico Programable (PLC).
- Analisis de vibraciones mecanica para Manteniemento Predictivo.

Productos: el equipamiento adquirido permitira ofrecer los siguientes productos a realizar:

- Creación de Prototipos y Modelamiento Tridimensional para maquetas, partes y piezas plasticas.
- Servicio de Scanner 3D para su digitalización y producción.
- Servicio de Scanner de planos hasta un formato A0 o 40 pulgadas de ancho.
- Mecanizado de presición de piezas mecánicas.
- Pruebas de ensayos de soldadura robotizada.

 ARICA Y PARINACOTA GOBIERNO REGIONAL	PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE ARICA Y PARINACOTA
	FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

8.- Lineamientos Estratégicos¹ Regionales al que se vincula:

Por las características de los equipos adquiridos y el objetivo del proyectos, este se vincula perfectamente con el lineamiento estratégico regional de **Bienes Públicos para la Competividad e Innovación**. El carácter de bien público se justifica porque la Universidad de Tarapacá es una Institución de Educación Superior Pública, lo cual permite el acceso a sus dependencias a todo público interesado en su quehacer y además su vinculación con el medio se incrementará mediante el funcionamiento de Centro CAM&PM.

El proyecto tiene como finalidad principal el fomentar el uso de tecnologías de última generación en los procesos de fabricación de partes y piezas, del sector industrial metalmeccánico de la región. Mediante la incorporación de dichas tecnologías se espera que dichas empresas mejoren su **competividad** frente a las empresas de otras regiones del norte de Chile. Con respecto a la **innovación** el centro cuenta con equipo para la innovación en productos, mediante la utilización de equipos para el diseño y fabricación de prototipos rápidos en plásticos mediante la impresora 3D, factibles de ser usados para materializar una idea innovadora, así como un scanner 3D que permite digitalizar piezas sólidas llevando dicha información a un prototipo en el computador, para su posterior modificación o construcción, estos equipos ahorran tiempo y dinero cuando un emprendedor necesita plasmar su idea en un objeto tangible y fácil de mostrar.

¹ Turismo de Intereses Especiales, Plataforma de Servicios Logísticos, Agricultura Tecnológica, Matriz Energética, Recursos Hídricos, Pesca y Acuicultura, Bienes Públicos para la Competitividad e Innovación.

 ARICA Y PARINACOTA GOBIERNO REGIONAL	PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE ARICA Y PARINACOTA
	FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

9.- Destino de los recursos según glosa presupuestaria² al que se vincula:

Dado que los equipos adquiridos, así como los aportados por la universidad son tecnologías orientadas a la producción y diseño de componentes mecánicos, en empresas del rubro productivo metalmecánico, el destino de los recursos se vincularán a las siguientes glosas:

Investigación Aplicada:

- Mantenimiento y operación de equipamiento de alta productividad como centros de mecanizados CNC, robot industriales, corte de materiales, ensayos de materiales y construcción de prototipos.
- Integración de software desde el modelado 3D para aplicaciones de construcción 3D mediante robot industrial.
- Taladrado Robótico, como herramienta base para un sistema de mecanizado robótico.
- Impresión 3D mediante robot industrial.

Emprendimiento Innovador: Los equipos orientados hacia el emprendimiento innovador son :

- *Impresora 3D Stratasys:* permite la realización de un prototipo en plástico de objeto diseñado en computador, muy práctico para plasmar una idea en un objeto real.

² Ciencia, Investigación aplicada, emprendimiento Innovador, Desarrollo, Difusión y Transferencia Tecnológica, incluida la destinada al fortalecimiento de redes de innovación regional, formación y atracción de recursos humanos especializados, infraestructura y equipamiento de apoyo y promoción de la cultura pro-innovación y emprendimiento.



FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

- *Scanner 3D NextEngine*: permite digitalizar objeto reales y llevarlos a un archivo computacional, para su modificación, análisis, construcción y respaldo.

Difusión y Transferencia de Tecnológica:

- El proyecto tiene como objetivo general la difusión y transferencia de tecnología hacia el sector productivo metalmeccánico de la región, así como hacia la comunidad en general, mediante visitas, actividades de vinculación con el medio y principalmente en la difusión de las carreras de mecánica.

Formación y atracción de recursos humanos especializados: Como la universidad es una institución de Educación Superior, su quehacer es la formación de capital humano especializado, para lo cual el Centro CAM&PM, realizará la formación en:

- Montaje, Puesta en Marcha y Operación de Robot Industriales.
- Mantenimiento y Operación de Centros de Mecanizados CNC.
- Análisis de Vibraciones Mecánicas, para el mantenimiento predictivo.
- Dibujo, Diseño y Manufactura asistida por Computador (CAD/CAE/CAM).
- Programación y Montaje de Controladores Lógicos Programables (PLC).

10.- Identificación de las innovaciones³ generadas, aplicaciones tecnológicas, patentes o generación de nuevos productos y servicios de interés innovativo logrados con el proyecto:

Aplicaciones Tecnológicas: De acuerdo al Manual de Oslo, la incorporación de técnicas, equipos automatizados y programas informativos tanto para el dibujo y diseño, como para la manufactura asistida por computador, son considerados como

³ Innovación en producto, proceso, gestión, organización, marketing y comercialización.



métodos de producción y de innovación en procesos. Bajo esa mirada en el proyecto se ha planteado el objetivo de difundir y transferir tecnologías, ya que mediante dichas actividades se logra la competitividad de las empresas del rubro metalmecánico.

Entre las aplicaciones tecnológicas incorporadas en el proyecto se destacan.

- Equipos de última generación para el análisis de vibraciones mecánicas, fundamentales en el mantenimiento predictivo.
- Creación de prototipos rápidos mediante la deposición de material fundido (plástico).
- Digitalización de objetos reales y planos.
- Fabricación de piezas de precisión en centros mecanizados CNC.
- Aplicaciones de robot industrial en el proceso productivo.
- Corte de materiales metálicos y no metálicos mediante cortadora láser y por plasma.

11.- Identificación de los impactos generados a nivel de clúster o áreas productivas regionales.

Se espera que durante el funcionamiento del Centro CAM &PM, y con la incorporación a futuro de nuevas tecnologías, para la difusión y transferencia, se pueda romper la tradición en los procesos de fabricación utilizados en las empresas metalmecánicas de la Región, pasando desde el actual sistema individualista y trabajo artesanal, hacia un trabajo colaborativo entre las empresas, con adopción de tecnologías de vanguardia para mejorar los procesos productivos, su calidad, reducción de tiempos y volúmenes de producción. Al mejorar e innovar en las



FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

empresas metalmeccánicas de la región, estas impactarán en las áreas productivas regionales de:

- a) Minería metálica y no metálica:
- b) Servicios marítimos portuarios.
- c) Productos: envases y recipientes de aluminio, partes, piezas y estructuras metálicas para la industria local y minera.

Mediante la continuidad de este centro se contribuirá mediante la capacitación y formación de capital humano especializado, a cumplir con los lineamientos estratégicos regionales de:

- i) Mejorar la calidad de la educación;
- ii) Promover la competitividad productiva, y
- iii) Apoyar la competitividad mediante el conocimiento.

12.- Conclusiones y Recomendaciones:

De las actividades realizadas hasta la fecha de cierre del proyecto, se tienen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- A pesar de los problemas ya mencionados se ha podido avanzar lentamente en la ejecución del proyecto y el cumplimiento de resultados y objetivos esperados.
- Los equipos nuevos como la Impresora 3D Stratasys, cortadora láser, el equipo de análisis de vibraciones portátil, scanner de planos, scanner 3D, se encuentran operativos para realizar la difusión de ellos.
- Con respecto a los equipos adquiridos con recursos de la Universidad y que forma parte de Centro CAM&PM, como aporte valorizado, es importante indicar que el brazo robótico ABB IRB 1600 ID, para soldadura MIG, es el primer robot con esta aplicación en Chile de la marca ABB. Este equipo, junto con el centro de mecanizado se encuentran en condiciones de ser utilizados en capacitación a personal de las empresas metalmeccánicas de la región.
- Se cuenta con un centro de tecnologías de última generación para la



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL
DE ARICA Y PARINACOTA**

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

difusión y transferencia hacia la comunidad de la Región Arica y Parinacota, especialmente orientados hacia los empresarios del rubro metalmecánico, estudiantes de liceos e institutos técnicos, emprendedores, estudiantes de colegios y público en general que desean conocer estas tecnologías.

- Gracias a los aportes realizados por el GORE de Arica y Parinacota, se cuenta con equipamiento para la formación de capital humano altamente especializado, y así aporta con acciones para cumplir con un lineamiento estratégico de la región.

Recomendaciones:

Como director del proyecto, recomiendo mejorar los canales de comunicación entre Gobierno Regional y la Universidad, como unidad ejecutora.



MANUEL FUENTES MAYA
Director del Proyecto FIC P64.
Universidad de Tarapacá

*** Anexos a incorporar (según corresponda)**

- Anexo N°1: Equipo Técnico del Proyecto.
- Anexo N°2: Fotografías del Proyecto.
- Anexo N°3: Temáticas de Memorias realizadas e Invitaciones
- Anexo N°4: Informes de Comisión de Servicio.
- Anexo N°5: Plano de Distribución del Proyecto.

 ARICA Y PARINACOTA <small>GOBIERNO REGIONAL</small>	PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL DE ARICA Y PARINACOTA
	FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

ANEXO 1

EQUIPO TÉCNICO DEL PROYECTO

Nombre del coordinador del Proyecto	: Manuel Fuentes Maya
Profesión	: Ingeniero Civil Mecánico
Horas de Dedicación	: 4 horas/semana
Funciones o Tareas del Coordinador	: Gestión de adquisición de equipos, compra de insumos y materiales, coordinación de trabajos, control y seguimiento de personal contratado, elaboración de informes técnicos, capacitación en equipos de robótica, mecanizado CNC, impresora 3D, etc.
Teléfono de Contacto	: 56-58-2205291 / 93666311
Correo Electrónico	: Msfuentes@uta.cl

Nombre del Profesional	: Edgar Estupiñan Pulido
Profesión	: Ingeniero Mecánico PhD
Horas de Dedicación	: 2 horas/semana
Funciones o Tareas del Profesional	: Como director de proyecto alterno, profesional especialista en vibraciones mecánica, realizo las gestiones de adquisición de equipo, revisión de ofertas técnicas, adjudicación y capacitación en los equipos de vibraciones.



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

**PROGRAMAS Y PROYECTOS FINANCIADOS POR EL GOBIERNO REGIONAL
DE ARICA Y PARINACOTA**

FORMATO DE RENDICIÓN TÉCNICA FINAL

Teléfono de Contacto : 56-58-2205282 / 65953797

Correo Electrónico : eestupin@uta.cl