

Informe técnico

A1-S-9232 “Optimización de piezoelectricos ecológicos por medio del monitoreo in situ de la viscosidad uniaxial”

Primera etapa

1. LOGRO DE OBJETIVOS EN LA ETAPA, RESPECTO DEL COMPROMISO

1.1. Para cada uno de los objetivos planteados para la etapa del proyecto objeto de este informe, describir el grado de cumplimiento, con respecto al compromiso.

El proyecto consta de 4 objetivos específicos

1. Obtener y caracterizar cerámicos piezoelectricos sin Plomo.
2. Desarrollar una metodología basada en la obtención in situ de la viscosidad uniaxial para estimar el tamaño medio de partículas de un policristal.
3. Implementar un método de homogenización basado en Elementos Finitos para el cálculo de propiedades piezoelectricas efectivas de estructuras granuladas.
4. Optimizar las propiedades piezoelectricas por medio de la conexión: viscosidad uniaxial – estructura granular – propiedades efectivas.

Se puede considerar que las actividades comprometidas para la primera etapa del proyecto corresponden a un 60% de cumplimiento del primer objetivo específico, un 40% del segundo objetivo específico, un 20% del tercer objetivo específico y un 0% del cuarto objetivo específico.

Los dos factores que pesaron más en el grado de avances de los objetivos del proyecto fueron el lograr reclutar estudiantes para el proyecto y la situación con la pandemia. La contratación de estudiantes ha marchado bien, sólo que no pudieron trabajar en los laboratorios.

1.2. Grado de avance global en el logro de los objetivos planteados, expresado en porcentaje (0-100%).

Del 60% esperado para el objetivo específico 1, sólo se pudo lograr un 20%.

Del 40% esperado para el objetivo específico 2, sólo se logró 15%

Del 20% esperado para el objetivo específico 3, se alcanzó un 80%. Afortunadamente en este objetivo se logró avanzar mucho. Se puede considerar que se logró cumplir con parte de las actividades planteadas para la siguiente etapa.

1.3. En caso de no haber logrado los objetivos comprometidos al 100% argumentar las razones.

Los objetivos 1 y 2 se vieron fuertemente afectados por la pandemia. La universidad cerró los laboratorios por esta situación, de todas formas, hubiese sido irresponsable no limitar el acceso a las áreas que frecuentan los estudiantes. Sólo se permitió la entrada por unos días a algunos estudiantes de posgrado. A los estudiantes de licenciatura no se les permitió entrar en ningún momento. Los trabajos de los dos estudiantes de licenciatura se planearon que fuesen implementación de métodos químicos en el laboratorio, y se tuvieron que pasar a revisiones bibliográficas y análisis de datos. Es de mencionar que la información generada por estas tesis es de utilidad para el proyecto, aunque no son resultados experimentales contables.

Respecto a la parte teórica (objetivo 3), se avanzó mucho porque esta actividad no se afecta por la pandemia. Los avances obtenidos corresponden a los resultados esperado durante la segunda etapa del proyecto. Es decir, en esta parte se avanzó más de lo planeado. Aunque el proyecto tiene una parte teórica, la mayor parte del trabajo es experimental.

1.4. Indique las medidas que se implementarán para lograr los objetivos al 100%.

Bajo las condiciones de trabajo de la pandemia, no se lograron resultados experimentales medibles, pero se trabajó en la optimización de los diseños de experimentos y en los programas que se están usando para el procesamiento de datos experimentales enfocados en estimar la viscosidad uniaxial. Por estas razones, estamos esperando ser más eficientes cuando nos sea posible regresar a los laboratorios. De todas formas, se proyecta que va a ser necesario solicitar prorrogas para culminar la parte experimental.

2. LOGROS DE LAS ACTIVIDADES EN LA ETAPA

2.1. Especificar para cada una de las actividades de la etapa descrita en la propuesta original, el avance en relación con lo programado. Mencionar, además, actividades no contempladas que se hayan realizado y la manera en que éstas benefician al proyecto original. Describir en qué forma el grupo de trabajo ha contribuido a lograr las actividades planteadas.

	Meta comprometida en la etapa 1	Resultados obtenidos
1.	<p>Obtención de polvos cerámicos por métodos químicos: Sol gel e hidrotermal.</p> <p>Avance relacionado con lo programado: 20% respecto a un 60%.</p>	<p>Se tienen importantes avances con la obtención de polvos cerámicos por el método sol gel. Sin embargo, no ha sido posible empezar a trabajar con el método hidrotermal porque no se ha podido concretar la compra del reactor químico o autoclave. Debido a la devaluación del peso a raíz de la crisis sanitaria, EQUIPAR no pudo mantener el precio en pesos que nos había ofrecido inicialmente, luego el precio del reactor químico paso a dólares por un valor de \$3,235.67 USD. La compra de este reactor se encuentra muy cerca de concretarse. Recientemente, EQUIPAR completó la importación y sólo esta pendiente la entrega</p>

		en las instalaciones de la universidad. Debido a la situación de semáforo rojo en Ciudad Juárez, estos procesos van lentos. Además, los dos estudiantes que iban a trabajar en métodos químicos no pudieron entrar a los laboratorios.
2.	<p>Actualización de las capacidades del dilatómetro de carga para el monitoreo in-situ del tamaño de partícula a través de la viscosidad uniaxial (Desarrollo de prototipo).</p> <p>Avance relacionado con lo programado: 70% respecto a un 100%.</p>	El prototipo ya está listo. Ya se tiene un estimado total de lo que cuesta su implementación y se realizaron todos los cálculos para asegurar su óptimo funcionamiento. Todavía no ha empezado el proceso de protección del prototipo. Se tiene planeado para la segunda etapa.
3.	<p>Elaboración de una metodología para estimar el tamaño medio de partícula a partir de la viscosidad uniaxial apoyada de mapas experimentales que relacionen la viscosidad con el esfuerzo aplicado y la temperatura.</p> <p>Avance relacionado con lo programado: 15% respecto a un 40%.</p>	Una vez que el prototipo de dilatómetro de carga sea implementado se va a ganar en capacidad de trabajo pasando de solo una muestra al día hasta lograr 2 y 3 muestras al día. Actualmente, con la capacidad de trabajar con una muestra al día se ha trabajado en comprobar la repetibilidad de las mediciones y se ha implementado una secuencia de códigos para estimar la viscosidad uniaxial a partir de las mediciones del dilatómetro de carga. Ya se están desarrollando estimaciones de la viscosidad uniaxial, pero por el acceso limitado a los laboratorios no se ha podido trabajar más para empezar a relacionar la viscosidad uniaxial con el tamaño de partícula.
4.	<p>Caracterización estructural de cerámicos sinterizados.</p> <p>Avance del 20 %</p>	Debido a qué desde el mes de marzo están cerrados todos los laboratorios, no se pudieron lograr avances significativos en esta actividad respecto a lo planeado. Desde inicios del 2019 se viene trabajando en esta área y eso ha posibilitado la obtención de resultados.
5.	<p>Planteamiento del modelo computacional híbrido entre el método de homogenización asintótica y los elementos finitos.</p> <p>Avance del 80% respecto a lo planeado para todo el proyecto.</p>	Esta tarea 100% teórica no se vio afectada. Decidimos concentrarnos en adelantar la parte teórica todo lo que se pueda. Acorde a la planeación original del proyecto, en la etapa 1 solo se buscaba plantear el problema y el desarrollo del mismo se proyectaba para la etapa 2 tratando de tener datos experimentales de referencia. Se logró completar el problema usando una combinación del método de homogenización asintótica y el método de los elementos finitos. La versatilidad que ofrece este último método permite considerar prácticamente cualquier tipo de volumen representativo, por lo que esperamos que cuando tengamos los datos experimentales disponibles, se debe de obtener una buena coincidencia.

2.2. Capture el grado de avance global en las actividades planteadas, expresado en porcentaje (0-100%)

	Meta comprometida en la etapa 1	Avance relacionado con lo programado para la etapa 1
1.	Obtención de polvos cerámicos por métodos químicos: Sol gel e hidrotermal.	33% (20% respecto a un 60%).
2.	Actualización de las capacidades del dilatómetro de carga para el monitoreo in-situ del tamaño de partícula a través de la viscosidad uniaxial (Desarrollo de prototipo).	70% respecto a un 100%
3.	Elaboración de una metodología para estimar el tamaño medio de partícula a partir de la viscosidad uniaxial apoyada de mapas experimentales que relacionen la viscosidad con el esfuerzo aplicado y la temperatura.	37% (15% respecto a un 40%)
4.	Caracterización estructural de cerámicos sinterizados.	20 % (la caracterización avanza acorde a la síntesis de materiales)
5.	Planteamiento del modelo computacional híbrido entre el método de homogenización asintótica y los elementos finitos.	200% (Se planteó el modelo computacional y se implementó numéricamente alcanzando un primer nivel de validación)

2.3. En caso de que el avance no haya sido del 100%, indicar los motivos por los cuales no se realizaron las actividades en su totalidad

Existen dos factores de peso que motivan el no haber alcanzado el 100% de las actividades propuestas para la primera etapa. El primero es la emergencia sanitaria por la pandemia. Es de destacar que se había logrado acercar dos estudiantes para trabajar en la síntesis de polvos cerámicos. Ellos son los estudiantes Issac Baca Muñoz y Felix Ruiz Ramirez quienes planeaban trabajar en la obtención de polvos cerámicos tal y como se deseaba para empezar con el desarrollo del proyecto. Sin embargo, la contingencia trajo como consecuencia el cierre de los laboratorios y esta tarea no se pudo desarrollar. Los estudiantes de licenciatura cuentan con un año para desarrollar su proyecto. Estos estudiantes debieron de haber trabajado desde abril hasta aproximadamente octubre en la síntesis de polvos para culminar en noviembre. Al no ser esto posible, el trabajo se pasó al campo teórico y de búsquedas bibliográficas. Si bien se beneficia el proyecto de todas formas, también se tiene la afectación del atraso en la síntesis de polvos.

Debido a la situación de contingencia sanitaria no se realizaron las estancias técnico – académicas planeadas. Estas actividades quedan pospuestas para cuando haya finalizado esta situación de emergencia sanitaria.

2.4. Indique la estrategia que se seguirá para realizar las actividades planteadas al 100%

El mayor problema ha sido la pérdida de acceso a los laboratorios producto de la situación de pandemia. Hemos aprovechado el tiempo para optimizar los diseños de experimentos, incrementar las búsquedas bibliográficas y desarrollar análisis de datos. Hemos trabajado en el

programa que hace el procesamiento de datos experimentales para la estimación de la viscosidad uniaxial a partir de las mediciones en el dilatómetro de carga. Todo esto debe permitir que al poder regresar a los laboratorios seamos más eficientes y tengamos algo de éxito en la recuperación de los tiempos. De todas formas, se considera muy probable que va a ser necesario solicitar prórroga para culminar las actividades planeadas del proyecto.

3. GRADO DE AVANCE DE LOS RESULTADOS O ENTREGABLES ALCANZADOS EN LA ETAPA

3.1. Describir, desde el punto de vista técnico, el grado de avance de los resultados comprometidos, en relación con las actividades realizadas en el periodo indicado. Es importante resaltar que en la sección de Productos deberá referir en forma detallada cada uno de los productos obtenidos: libros, capítulos de libros, artículos, reportes, tesis, manuales, etc., que reflejen el logro del o de los productos obtenidos en la etapa que se reporta, de acuerdo al Programa de Actividades del Convenio de Asignación de Recursos. Así mismo, deberá anexar documentación probatoria de los resultados o entregables obtenidos y reportados en la etapa (el tamaño de los Anexos no debe ser superior a 5MB).

El presente proyecto busca mejorar las propiedades piezoeléctricas a través de un control más efectivo del tamaño de partícula por medio de la medición in situ de la viscosidad uniaxial. Durante el primer año del proyecto se lograron avances significativos en la medición de la viscosidad uniaxial pero debido a la situación de pandemia los trabajos en el laboratorio fueron interrumpidos. Esta es la fuente de mayor atraso en el proyecto que está directamente relacionada con la hipótesis de trabajo.

El desarrollo del prototipo fue culminado correctamente en tiempo y forma, pero se están experimentando atrasos en su implementación. Existen dos causas para los atrasos respecto a lo planeado que se explican en mayor detalle en la sección: “6. CAMBIOS EJECUTADOS Y SOLICITUDES DE CAMBIOS.” Los cambios solicitados son congruentes con las reglas que rigen los proyectos de ciencia básica y no ponen en peligro ninguno de los compromisos adquiridos. También son cambios congruentes con los rubros definidos originalmente en la propuesta inicial porque no se elimina ninguna de las adquisiciones programadas. De lograrse la aprobación para los cambios solicitados, la implementación del prototipo debe de quedar lista en 4 meses aproximadamente siempre que coincida con el tiempo activo de la administración. El nuevo prototipo permitirá duplicar o triplicar la capacidad de trabajo para la medición de la viscosidad uniaxial. Se busca tener una base de datos experimental lo más amplia posible.

Es previsible que una vez que se regrese a la normalidad, los trabajos experimentales de síntesis y caracterización tomaran una velocidad adecuada para la producción de los resultados planeados.

3.2. Capture el grado de avance en la obtención de resultados y entregables, expresado en porcentaje (0-100%)

En lo referente a los artículos, ya se cuentan con tres publicaciones donde se agradece directamente el proyecto y un cuarto sometido como se puede apreciar en “Productos-

Informe_Tecnico-20201013 CB-A1-S-9232.xlsx” Lo referente al número de publicaciones va al 100% en avances, pero es predecible que se van a experimentar atrasos respecto a lo planeado.

Asistencia a congresos está en un 0% de avances.

3.3. En caso de no haber logrado un avance del 100% en la obtención de resultados y entregables, argumentar las razones.

Se había logrado la aceptación de varios trabajos en congresos, pero los eventos fueron cancelados por la situación sanitaria:

“Interphase Effect on the Antiplane Effective Magneto-Electro-Elastic Moduli for Three-Phase Fiber Composites by a Semi-Analytical Approach” en Spring Meeting 2020 Materials Research Society.

"Comparison of the activation energy determination for crystallization by Differential Thermal Analysis and shrinkage by Hot Stage Microscopy for lead-zincborosilicate glass ceramics during sintering", for a Contributed (Oral) presentation at the ACerS Pan American Ceramics Congress and Ferroelectrics Meeting of Americas (PACC-FMAs 2020).

"High resolution laser assisted load dilatometry focused on simultaneous axial and radial strain measurements for sintering characterization", for a Poster presentation at the ACerS Pan American Ceramics Congress and Ferroelectrics Meeting of Americas (PACC-FMAs 2020).

"Semi-analytic finite element method applied to smart piezoelectric composite", for a Poster presentation at the ACerS Pan American Ceramics Congress and Ferroelectrics Meeting of Americas (PACC-FMAs 2020).

"Lithium Aluminium Silicate ceramic glass densification during sintering", for a Poster presentation at the ACerS Pan American Ceramics Congress and Ferroelectrics Meeting of Americas (PACC-FMAs 2020).

3.4. Indique las medidas que se implementarán para obtener el 100% de los resultados y entregables

Para la próxima etapa se buscará participar en congresos virtuales. Es predecible que el restablecimiento de los congresos presenciales va a tomar un largo tiempo. Muchos eventos ya se están organizando de forma virtual como solución a la problemática que se está enfrentando.

4. BENEFICIOS O IMPACTOS

4. Señalar el impacto o beneficio en la generación de nuevo conocimiento para el Sector, en la etapa que se reporta. Indicar el impacto o beneficio en el desarrollo científico y tecnológico del Sector (Ej. Avance en el conocimiento científico y/o tecnológico; Fortalecimiento y consolidación de grupos de investigación incluyendo la formación de recursos humanos; Fortalecimiento de infraestructura científica y tecnológica; etc.)

El impacto fundamental de la primera etapa se enfoca en la formación de recursos humanos. Se lograron incorporar dos estudiantes de licenciatura y dos estudiantes de maestría nuevos al proyecto. Dos estudiantes de doctorado venían trabajando con el responsable técnico del proyecto desde 2018. Se seguirá buscando atraer más estudiantes al proyecto e incorporarlo en actividades del laboratorio.

También se impacto con la generación de conocimiento nuevo con las publicaciones enfocadas en síntesis y caracterización, así cómo, en cálculo de propiedades efectivas. La contribución fundamental del presente proyecto buscar conectar estos dos tipos de trabajos y generar una técnica de optimización de propiedades piezoeléctricas en materiales cerámicos.

5. PARTICIPANTES EN LA ETAPA

5. Describir si el grupo de investigación actuó conforme a lo planteado en la propuesta original, así como cambios o incorporación de nuevos participantes al proyecto y cuál es la relevancia de su participación.

La siguiente tabla muestra los estudiantes que se involucraron en el proyecto.

Nombre y apellidos	Programa	Tarea dentro del proyecto	Tarea realizada o proyectada.
Isaac Baca Muñoz	Licenciatura en Química	Obtener Titanato de bario por el método hidrotermal	Revisión bibliográfica del método hidrotermal.
Felix Ruiz Ramirez	Ingeniería en Materiales	Obtener BNKT-ST por el método sol gel	Revisión bibliográfica de la obtención de BNKT con diferentes impurificaciones.
Fernando Soto Nieto	Maestría en Ciencias de los Materiales	Método hidrotermal	Implementación del método hidrotermal (Está cursando el primer semestre de la maestría)
Antonino Vega Siverio	Maestría en Ciencias de los Materiales	Procesamiento cerámico basado en la mecánica de sólidos.	Relación entre la viscosidad uniaxial y el tamaño de grano para el Titanato de Bario.
Irma Magaly Espinoza Ochoa	Doctorado en Ciencias de los Materiales	Procesamiento cerámico basado en la mecánica de sólidos. Medición de la viscosidad uniaxial en el dilatómetro de carga.	Logró la medición de la viscosidad uniaxial en el dilatómetro de carga. Al comenzar la pandemia su proyecto se movió a la simulación de la densificación durante el proceso de sinterizado.

Lorenzo Efraín Barraza de León	Doctorado en Ciencias de los Materiales	Desarrollo de un modelo computacional híbrido entre el método de homogenización asintótica y los elementos finitos	Desarrollo el modelo computacional para el cálculo de propiedades efectivas de materiales piezoeléctricos y culminó una primera etapa de validación.
--------------------------------	---	--	--

La siguiente tabla muestra el trabajo que desempeñaron los investigadores tecnológicos durante la primera etapa del proyecto.

Investigadores tecnológicos	Tarea de apoyo
Héctor Camacho Montes	Responsable técnico
Claudia Alejandra Rodríguez González	Obtención de polvos cerámicos por métodos químicos. Caracterización estructural de cerámicos sinterizados.
Perla Elvia García Casillas	Obtención de polvos cerámicos por métodos químicos.
Imelda Olivas Armendariz	Obtención de polvos cerámicos por métodos químicos.
Jose Antonio Otero Hernández	Método híbrido para la obtención de propiedades efectivas
Juan Francisco Hernández Paz	Caracterización estructural de cerámicos sinterizados.
Boris Jesús Mederos Madrazo	Su aporte está planeado para etapas siguientes.
Yoanh Espinosa Almeyda	Método híbrido para la obtención de propiedades efectivas
Lidia Hortensia Rascón Madrigal	Prototipo de dilatómetro de carga de alta precisión.
Héctor Manuel Loya Caraveo	Prototipo de dilatómetro de carga de alta precisión.
Armando García Reyes	Prototipo de dilatómetro de carga de alta precisión.
Israel Omar Pérez López	Su aporte está planeado para etapas siguientes.

6. CAMBIOS EJECUTADOS Y SOLICITUDES DE CAMBIOS

6. Enlistar los ajustes realizados en el proyecto, identificando tanto los que no requirieron autorización por parte de los Secretarios Técnico y/o Administrativo del Fondo, como aquellos que fueron autorizados, así como la justificación técnica y/o administrativa de los cambios.

Debido a cómo ha cambiado el escenario desde que se sometió la propuesta hasta la fecha. El desarrollo del prototipo sufrió cambios sustanciales, decidimos irnos por un rediseño más a fondo. En dos hechos se puede resumir la fuente de los principales cambios en el rediseño del prototipo: 1. Han sido precisamente los últimos dos años de trabajo con la segunda versión del dilatómetro de carga los que nos han llevado a darnos cuenta de una serie de detalles importantes a mejorar; y 2. Ante el escenario que deja el hecho 1, el rediseño de prototipo fue

mucho más amplio y profundo, implicando de esta forma un mayor trabajo y mayores costos. A estos dos hechos debemos de agregar el propósito de que el dilatómetro de carga debe quedar con una funcionalidad altamente eficiente. En la versión actual, solo es posible medir una muestra al día. Estamos buscando medir hasta tres muestras al día. Este prototipo se encuentra en proceso de protección de la propiedad industrial por medio de las patentes: MX/a/2016/017242 y MX/a/2019/015691 y el modelo de utilidad MX/u/2019/000671. Otro asunto no menos importante que ha impacta el aumento de los costos de la implementación del prototipo es el aumento de los costos de los insumos en los dos últimos años incluyendo la devaluación del peso mexicano a raíz de la crisis sanitaria.

7. MODIFICACIONES SOBRE EL PRESUPUESTO AUTORIZADO.

7. Describir las condicionantes técnicas que originaron cualquier cambio en el ejercicio del presupuesto de la etapa y que obligaron a modificar la aplicación de recursos con respecto al presupuesto original, en tiempos y/o montos. Justificar las razones de las variaciones entre el presupuesto real y el ejercido, de los rubros a reportar en el informe financiero de la etapa.

La propuesta que materializó en el presente proyecto fue sometida en el 2018. La versión actual del dilatómetro de carga se concluyó a finales del 2016 con el proyecto PEI INTERCERAMIC 233016 (PROINNOVA) “Control de proceso cocción-sinterización de porcelánicos mediante la mecánica de sólidos y simulación ANSYS” Por lo tanto, el rediseño del prototipo del dilatómetro de carga de alta precisión (**DCAP**) del presente proyecto fue sometido durante el 2018. Desde entonces hasta la fecha, dos estudiantes de maestría y una estudiante de doctorado han trabajado con el sistema. La experiencia que se ha acumulado es considerable, se han detectado limitantes que solo el uso del equipo fue capaz de enseñarnos. Producto de los intensos debates en reuniones y seminarios, se han elaborado propuestas para hacer más eficiente el sistema y mejorar la calidad de las mediciones. **Esta experiencia no existía en el 2018.** A esto se debe de sumar los efectos de la inflación y la devaluación del peso mexicano. El resultado es que los costos del rubro “Diseño y prototipos de prueba” se han incrementado considerablemente.

Tenemos dos opciones:

1. Sólo hacer una mejora parcial del sistema ajustándonos al presupuesto solicitado para el rubro.
2. Modificar otras partes del proyecto sin sacrificar los objetivos del mismo y buscar la mejor actualización para el DCAP.

Optamos por trabajar en la segunda opción. El DCAP es el corazón experimental del proyecto. No solo es el equipo donde se mide la viscosidad uniaxial, también trabaja como forja del sinterizado para modificar las propiedades de los cerámicos. Maximizar las capacidades del DCAP es igual a garantizar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y fortalecer la generación de conocimiento básico y original.

En un principio, estos acontecimientos nos condujeron a redefinir todo el trabajo de rediseño y memorias de cálculo. Es decir, fue necesario renegociar el trabajo con PROUIMAR que ha estado a cargo del desarrollo e implementación del prototipo desde el 2016 cuando se desarrolló el proyecto PROINNOVA 233016. A su vez, las necesidades de trabajos en talleres y búsqueda de empresas manufactureras para cubrir nuestras necesidades cambiaron. Fue necesario también negociar con varias empresas

procesadoras de materiales cerámicos. Todo este trabajo ha estado a cargo de PROQUIMAR en constante contacto con nosotros.

En resumen, el nuevo prototipo incluye:

1. Horno más pequeño totalmente diseñado por PROQUIMAR para pasar de trabajar con una muestra al día a dos y tres muestras por sesión de trabajo. Un horno más pequeño y ligero permite una menor inercia térmica y la posibilidad de deslizarse en la dirección vertical dejando el portamuestras al descubierto. Esta acción permite una mejor alineación de la muestra.
2. Alineación de los pistones del sistema de prensado con la muestra.
3. Sistema de enfriamiento más ligero y eficiente. El chiller del sistema, a pesar de que es nuevo, ha tenido muchos problemas. El horno más pequeño permite enfriamiento con aire tal y como trabajan los equipos de Análisis Térmico Diferencial.
4. Rediseño de mesa óptica sobre la cual se posicionan los sensores láser como consecuencia de la disminución del tamaño del horno.

Rubro de origen	Monto (MXP)	Rubro de destino o autorización de compra.	Dispositivos y acciones por desarrollar con el recurso
Pago a despacho externo por auditoría de informe financiero final	60,000.28	Diseño y prototipos de prueba	Gastos de importación, adquisición de materiales y consumibles para el prototipo. Trabajos en talleres.
Parte de "Equipo de Laboratorio"	150,000	DILA070120 - CONVERSACIONES CON ZIRCAR CERAMICS	Adquisición de las piezas aislantes térmicas del horno
Parte de "Equipo de cómputo"	100,000	Control de temperatura del horno	Adquisición del control de temperatura del horno

La tabla resume los ajustes del presupuesto que se proponen implementar y a continuación se exponen en más detalles:

1. El proyecto incluye 60,000.28 MXP que se destinarían a el pago de los despachos contables. Sin embargo, desde hace un tiempo, la UACJ cuenta con un despacho acreditado y esta actividad se le permite a la UACJ cuando es un proyecto de Ciencia Básica. **Por lo tanto, se solicita autorización para mover este monto del rubro de "Pago a despacho externo por auditoría de informe financiero final" al rubro de "Diseño y prototipos de prueba."** Estos recursos serán utilizados en la adquisición de consumibles como las resistencias de calentamiento del horno y trabajos que se encargarán en algunos talleres y pagos de importación.
2. **Se solicita permitir la compra de piezas cerámicas aislantes fabricadas ad hoc para el horno diseñado bajo los nuevos requerimientos con cotización "DILA070120 - CONVERSACIONES CON ZIRCAR CERAMICS" con fondos del rubro "Equipo de Laboratorio".** Los costos de importación serán cubiertos por el rubro de "Diseño y prototipos de prueba" o por otro de los rubros de gastos corrientes. El rubro de "Equipo de Laboratorio" contaba inicialmente con una autoclave altamente sofisticada y programable que permitía programar los procesos y requería poca atención por parte de los operadores. Hemos decidido adquirir una autoclave más económica y

menos sofisticada con la desventaja que va a requerir más atenciones por parte del operador y será necesario valerse de otros equipos periféricos como platinas de calentamiento y agitación, así como termostatos externos que tenemos en existencia en el laboratorio. Aunque se hace más engorroso el trabajo con la implementación del método hidrotermal, de esta forma no se afecta la meta correspondiente del proyecto.

3. Para el rubro “Equipo de cómputo”, se había solicitado un monto de 200,000 MXP buscando altas capacidades de cómputo para los cálculos de propiedades efectivas. Hemos decidido renunciar a parte de las capacidades de cómputo adquiriendo una estación de trabajo más económica para de esta forma adquirir el control de temperatura del nuevo horno. **Se solicita autorización para del rubro “Equipo de cómputo”, invertir 100,000 MXP en la adquisición de la estación de trabajo inicialmente planeada y 100,000 MXP en la adquisición del control de temperatura necesaria para el nuevo diseño del horno.**
4. Con la estimación actual, es posible cubrir la adquisición de las piezas aislantes térmicas del horno con el rubro “Equipo de Laboratorio” y el control de temperatura del horno con los recursos solicitados del rubro “Equipo de cómputo.” Sin embargo, es posible que al momento de la compra nos encontremos con insuficiencia de recursos. **En caso de que esto llegase a suceder, se solicita autorización para completar el recurso faltante con fondos de los gastos corrientes.** Por ejemplo, se pudiera tomar recursos de los rubros: i) “Materiales de uso directo”, ii) “Diseño de prototipos y prueba”, y iii) “Estancias técnico-académicas para participantes y visitantes”
5. Contamos con una estimación total para implementar y concluir el desarrollo del prototipo igual a 362, 392.74 MXP. La mayoría de estos recursos (89.68%) provienen de los ajustes propuestos en la **Error! Reference source not found.** y en el remanente existente en el rubro “Diseño y prototipos de prueba”. Por esta razón se tomarán algo menos de 40,000 MXP del rubro “Materiales de uso directo”. **En caso de que este rubro se agote, se solicita autorización para tomar recursos de los rubros: i) “Estancias técnico-académicas para participantes y visitantes” y ii) “Servicios externos especializados”**