



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CURSO DE CREACIÓN DE SERVICIOS  
COMERCIALES EN EL INTERNET DE LAS COSAS**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA EN REDES DE  
TELECOMUNICACIONES

**DIEGO MAURICIO GONZÁLEZ BETANCOURTH**

**PROFESOR GUÍA:**

ALFONSO EHIJO BENBOW

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:**

JORGE IGNACIO SANDOVAL

CLAUDIO ESTEVEZ MONTERO

**SANTIAGO, CHILE**

**2018**

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR  
AL GRADO DE MAGISTER EN INGENIERÍA  
EN REDES DE TELECOMUNICACIONES.  
POR: Diego M. González Betancourth.  
FECHA: 01/02/2018  
PROFESOR GUÍA: Alfonso Ehijo Benbow

## **TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN INGENIERÍA EN REDES DE TELECOMUNICACIONES**

Según Hans Vestberg, exdirector general de Ericsson sostenía que: “Si una persona se conecta a la Red, le cambia la vida, pero si todas las cosas y objetos se conectan, es el mundo el que cambia”. Las sociedades, los mercados y los Estados están siendo sacudidos por cambios muy profundos fomentados por la denominada cuarta Revolución Industrial de la humanidad. Esta cuarta revolución donde el Internet de las Cosas (IoT) es el iniciador de nuevas formas de producción y nuevas tecnologías, las que vuelven relevante la producción de alta tecnología en el ámbito nacional.

Hoy cuando son notorios los cambios generados por la Cuarta Revolución en la vida social, económica, industrial y comercial del país, debido al surgimiento y crecimiento exponencial del tráfico de datos, es cuando más se hace necesario tener una metodología que le permita al emprendedor seguir un conjunto de pasos para llegar a obtener un producto exitoso. Se debe pasar por el conocimiento de tecnologías habilitantes, plataformas habilitantes, productos habilitantes y cambios de paradigmas en la sociedad. En tal sentido, esta memoria de grado recoge la información de la experiencia vivida durante el primer concurso nacional de experiencia tecnológica “Desafío IoT 2016”, junto con la contribución docente al curso de Smart Cities durante el 2017 y los múltiples emprendimientos en IoT a baja escala para desarrollos puntuales en minería y en la industria de la Salmonicultura.

En el tiempo transcurrido en el concurso promueve tres experiencias prácticas donde se resalta la técnica en electrónica, organización de sensores e integración con las plataformas de software habilitadas en el mercado para el rápido prototipo. Por otro lado, se tienen tres trabajos prácticos fuera de la ingeniería, con igual valor en el proceso de emprendimiento empresarial, así que se ha incorporado en el curso un Taller de Innovación, un Modelo Desarrollado de Negocio utilizando la metodología Canvas y finalmente, un Pitch de presentación ante un supuesto inversionista.

La memoria de título plantea una propuesta innovadora para un curso electivo del DIE y también para que algunos de sus capítulos sean incluidos en cursos del tipo Smart Cities, de tal manera que mucho de los temas aquí tratados refuercen conceptos e incuben la idea emprendedora en los estudiantes.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que les gusta más “hacer” que “escribir” y a los que tienen la paciencia para esperar el “escrito”.

A los que han estado en los proyectos propios y de terceros, a las personas que estuvieron en la aventura de Salmoloro, a los fracasos de Movilhealth y una que otra aplicación particular en el mercado.

Gracias.

## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	vii
1. CAPÍTULO INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Resumen .....	1
1.2. Motivación.....	2
1.3. Objetivo General.....	3
1.4. Objetivos Específicos.....	3
1.5. Hipótesis de Trabajo.....	4
1.6. Metodología .....	4
2. CAPÍTULO ANTECEDENTES .....	5
2.1. Justificación de Productos Comerciales Basados en IOT.....	8
2.2. Flujo del Temario.....	9
2.3. Proceso General del Desarrollo del Prototipo Comercial.....	9
2.3.1. Módulos Que Considerar .....	10
2.3.2. Antecedentes de la Metodología Docente .....	11
2.3.3. Antecedentes de Prototipeado Rápido .....	12
2.3.4. Antecedentes Arquitectura IoT .....	12
2.3.5. Gestión de Proyectos de Innovación.....	12
3. CAPÍTULO METODOLOGÍA .....	13
3.1. Metodologías Docentes.....	14
3.2. Planificación Curricular.....	14
3.3. Planificación de Módulos Teóricos y Experiencias Prácticas.....	20
3.4. Metodología de Evaluación .....	24
3.5. Metodología de Prototipos de Pruebas.....	27
3.5.1. Caso prototipo de Baja Calidad.....	27
3.5.2. Caso prototipo de Alta Calidad.....	27
3.5.3. Diseño Industrial para el Prototipo .....	28
3.5.4. Metodología de Simulación .....	28

3.5.5.	<b>Metodología de Medición</b> .....	28
4.	<b>CAPÍTULO RESULTADOS TÉCNICOS</b> .....	29
4.1.	<b>Introducción a las TLRs</b> .....	29
4.2.	<b>Rúbrica Evaluativa</b> .....	31
4.3.	<b>Metodología de La Ideación “Desing Thinking”</b> .....	37
4.4.	<b>Resultado Práctico usando Metodología Desing Thinking en tres desarrollos comerciales de prueba</b> .....	39
4.4.1.	<b>Caso Salmoloro</b> .....	39
4.4.1.1.	<b>Elementos de construcción del prototipo de Alta Fidelidad</b> .....	39
4.4.1.2.	<b>Diagrama de bloques de la Solución en Hardware</b> .....	41
4.4.1.3.	<b>Software utilizado en el desarrollo del proyecto Salmoloro</b> .....	43
4.5.	<b>Diagramación y Prototipado Rápido para la App Móvil</b> .....	44
4.6.	<b>Justificación estadística de las Tendencias de Desarrollos Móviles</b> .....	44
4.7.	<b>Metodología de desarrollo para Aplicaciones Móviles focalizando en el Prototipado Rápido</b> .....	48
4.7.1.	<b>Diseño de las diferentes presentaciones: Boceto y Wireframing</b> .....	49
4.7.2.	<b>Creación del guion gráfico “Storyboard”</b> .....	50
4.7.3.	<b>Tendencias en diseño de Aplicaciones Móviles</b> .....	50
4.7.4.	<b>Skeuomorfismo o Diseño Complejo</b> .....	51
4.7.5.	<b>Sistemas Operativos y Lenguajes de Programación</b> .....	52
4.7.6.	<b>Desarrollo Multiplataforma</b> .....	52
4.7.7.	<b>Creación y Programación de la APP</b> .....	53
4.7.8.	<b>Estrategia de programación de una aplicación nativa, web o híbrida.</b> .....	55
4.7.9.	<b>Web Services</b> .....	59
5.	<b>CAPÍTULO RESULTADOS DOCENTES</b> .....	62
5.1.	<b>Prerrequisitos Básicos del Curso</b> .....	62
5.2.	<b>Potencial Audiencia o Alumnos</b> .....	63
5.3.	<b>Periodo de Duración del Curso</b> .....	63
5.4.	<b>Objetivo General del Curso</b> .....	63
5.5.	<b>Objetivos Específicos</b> .....	64
5.5.1.	<b>Programa de Curso</b> .....	64
5.6.	<b>Material Docente</b> .....	74
5.6.1.	<b>Diapositivas</b> .....	75

5.6.2.	Guías de Laboratorio.....	76
5.6.3.	Controles Evaluativos .....	77
6.	CAPÍTULO DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	78
6.1.	Discusiones docentes.....	78
6.1.1.	Metodología y Planificación Curricular.....	78
6.1.2.	Formulación de los Objetivos.....	78
6.1.3.	Diseño del Programa de Módulos.....	78
6.1.4.	Diseño de la Evaluación.....	78
6.2.	Búsqueda de la Información.....	79
6.3.	Discusión de Prototipos de Prueba.....	79
6.4.	Discusión de la Metodología Aplicada .....	79
6.5.	Discusión de la Obsolescencia del tema.....	79
6.6.	Discusión del Trabajo Futuro.....	80
7.	CONCLUSIONES.....	81
	GLOSARIO .....	83
	BIBLIOGRAFÍA .....	85

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aprendizaje basado en competencias (VECCHIOTTI VILORIA, 2016).....	12
Tabla 2. Etapas Rescatables del Curso .....	17
Tabla 3. Recolección de la Información .....	18
Tabla 4. Formulación de Objetivos.....	19
Tabla 5. Definición de los Módulos .....	22
Tabla 6. Antecedentes Teóricos Que Evaluar. Primera Parte.....	24
Tabla 7. Antecedentes Teóricos Que Evaluar. Segunda Parte .....	27
Tabla 8. Rúbrica Sugerida para el Nivel 3 de la TRL para Evaluación de un Producto basado en IoT.....	32
Tabla 9. Rúbrica Sugerida para el Nivel 4 de la TRL para Evaluación de un Producto basado en IoT.....	33
Tabla 10. Rúbrica Sugerida para el Nivel 5 de la TRL para Evaluación de un Producto basado en IoT.....	35
Tabla 11. Software Utilizado en el Desarrollo Salmoloro .....	43
Tabla 12. Software Desarrollado .....	44
Tabla 13. Influenciadores de tendencia tecnológica.....	45
Tabla 14. Sistemas Operativos y Lenguajes de Programación.....	52
Tabla 15. Programa de Curso.....	65
Tabla 16. Programa de Unidad 1 .....	67
Tabla 17. Programa de Unidad 2 .....	68
Tabla 18. Programa de Unidad 3 .....	69
Tabla 19. Programa de Unidad 4 .....	71
Tabla 20. Programa de Unidad 5 .....	72
Tabla 21. Programa de Unidad 6 .....	73
Tabla 22. Programa de Unidad 7 .....	74
Tabla 23. Listado de Presentaciones.....	76
Tabla 24. Listado de Talleres .....	77

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Situación de la América Latina CSED 2017. FUENTE: ICSEd-Prodem 2016.....	7
Ilustración 2. Países para Emprender. FUENTE: PINEDA 2015.....	8
Ilustración 3. Etapas de la Planificación.....	16
Ilustración 4. Secuencia de Ilustración de Resultados .....	23
Ilustración 5. NASA/DOD Technology Readiness Level por EARTO .....	30
Ilustración 6. Fase de Desarrollo del Proyecto. Entorno cercano a la realidad.....	30
Ilustración 7. Fase de Desarrollo del Proyecto Salmoloro.....	30
Ilustración 8. Pasos Básicos para el Design Thinking .....	38
Ilustración 9. SALMOLORO ONLINE .....	41
Ilustración 10. Diagrama de Bloques de la Solución en Hardware.....	42
Ilustración 11. Preferencias de plataformas para alojar desarrollos .....	46
Ilustración 12. IOT Lots of Solutions Still Looking for the Right Problems.....	47
Ilustración 13. Relación de Tiempo/presupuesto en proyectos IoT .....	47
Ilustración 14. Cuestionamiento para el Desarrollo Móvil.....	48
Ilustración 15. Diseño de Presentaciones Boceto y Wireframing.....	49
Ilustración 16. Guion Storyboard.....	50
Ilustración 17. App Nativa.....	53
Ilustración 18. Web App.....	54
Ilustración 19. Desarrollo con HTML .....	54
Ilustración 20. Programación Android usando Java .....	56
Ilustración 21. Requerimientos para Programar en Android .....	57
Ilustración 22. Herramienta Ionic.....	57
Ilustración 23. Herramienta PhoneGap.....	58
Ilustración 24. Test de Aplicación.....	58
Ilustración 25. Web Service .....	60
Ilustración 26. Relación de los temas fundamentales y los capítulos.....	64
Ilustración 27. Presentación de las Luminarias Inteligentes en clase del MIRC.....	76



## **1. CAPÍTULO INTRODUCCIÓN**

En los tiempos actuales, las organizaciones, dueños de empresas, emprendedores y empresas en general, se encuentran en la necesidad de evaluar, adoptar, e incorporar eficientes métodos de negocio que contengan tecnología, con el fin de mejorar la innovación, la eficiencia, la competitividad y, por consiguiente, la ampliación del mercado de sus productos y servicios.

Esta memoria es una recopilación ordenada de la información y metodología de un curso de emprendimiento empresarial real, donde la experiencia es llevada a un texto formativo que invita al lector asumir el largo y entretenido camino del desarrollo empresarial de compañías basadas en tecnología.

En este capítulo se hace una introducción a la presente memoria, las razones que motivan su escritura, los objetivos que se plantean cumplir, la hipótesis de trabajo y la metodología para desarrollar cada uno de los capítulos.

### **1.1. Resumen**

La primera unidad corresponde a la introducción del IoT y se definen los conceptos básicos, la arquitectura propuesta, las plataformas de hardware y software que se fueron desarrollando para habilitar el IoT. También se nombrarán un conjunto de protocolos a tener en cuenta. Para finalizar, daremos la introducción a los sensores, sin especificar su forma de sensar, solo su aplicación.

La segunda unidad la hemos llamado "idear", una unidad diferente de la lógica de la técnica de ingeniería, sin embargo, su importancia es vital porque nos ayuda a relacionar las plataformas de hardware con el prototipo como tal, ayudando a formar un mejor producto con metodologías propias de diseño industrial. También, involucra el diseño con el Modelo Canvas que relaciona el modelo económico con las necesidades a suplir por el diseño industrial.

La tercera unidad se enfoca en las plataformas habilitantes y el uso de las herramientas que se pensaron para la integración del IoT. En esta unidad hablamos del 5G con los

nuevos protocolos que permiten tráfico de datos con baja energía, también nombramos FIWARE como ejemplo de una plataforma de desarrollo que abstrae la infraestructura computacional, integrando herramientas como el OpenStack como la base del Cloud Computing y Hadoop como ejemplo de análisis de datos.

En la cuarta unidad se vuelve nuevamente al diseño, esta vez más específicamente al diseño industrial, se nombra a FabLab como el conjunto de herramientas y buenas prácticas para la fabricación de un prototipo de alta fidelidad.

La quinta unidad nos entrega un vistazo de las plataformas de hardware en electrónica, las cuales sirven para la construcción de un producto en IoT. Además, hablamos del dispositivo básico de la automatización PLC viéndolo como el elemento que va a evolucionar hacia el IoT industrial.

La sexta unidad nos habla de las plataformas de software que se relaciona directamente con el hardware de electrónica. Se habla más de los Web Services, de los métodos de transportar y alojar los datos, finalizando con un tema netamente informático como la metodología REST.

La última unidad nos entrega la interface con el humano visto desde el punto de vista del servicio. En el mundo de las aplicaciones móviles, vemos como el diseño permite una relación del humano con su producto de hardware para controlar una determinada función.

## **1.2. Motivación**

El IoT se considera la Cuarta Revolución industrial de la humanidad. Esta revolución no tiene que ver con la máquina a vapor, ni con la generación de electricidad, mucho menos con la manufactura de chips electrónicos, sino que es el proceso de capturar datos por una infinidad de sensores para convertirse en información. La generación de valor se basa en servicios o productos que usan plataformas compartidas de múltiples tecnologías de acceso, Cloud Computing, programación y Big Data Analytics.

El expresidente chileno Sebastián Piñera en el Summit Chile Digital 2015 exponía su tesis donde indicaba que el impacto de esta revolución apenas se está escribiendo, afectará todos los sectores de la economía, la agricultura, ganadería, la industria de manufactura, los servicios tradicionales como la bancaria, los servicios tecnológicos y otros nuevos servicios que aparecerán en la medida que esta revolución deje su huella en la historia de la humanidad. Múltiples autores coinciden que el IoT cambiará la forma de comunicar de las personas, los animales y las plantas, la forma de hacer negocios, la forma de estudiar, la forma de vivir en las grandes ciudades con la continua implantación de las Smart Cities en las comunidades urbanas, la forma de relación con el planeta y tal vez la forma de conocer otros escenarios donde el humano aún no ha interactuado.

A nivel de datos estadísticos, según el sitio web ha hecho públicas sus estimaciones del negocio del IoT para el año 2020 [7], en las que afirma que finalizará con un volumen de negocio de 79300 millones de dólares, 26,8% de 2015 a 2020.

En este orden de ideas, la generación de valor de empresas vinculadas al IoT es muy prometedor, por lo tanto, la motivación de esta memoria de grado es convertir la experiencia de un emprendimiento específico en un curso teórico-práctico para que los estudiantes que se quieran vincular a la industria del IoT puedan seguir un camino probado que disminuirá el porcentaje de fracaso.

### **1.3. Objetivo General**

El objetivo general de la presente memoria es el diseño y la implementación de un curso de Emprendimiento en el IoT, donde se relacionen los temas técnicos relevantes para un rápido prototipado con metodologías de innovación para la creación de un servicio o producto comercial. Con el objetivo de materializar y consolidar el conocimiento teórico aprendido por el alumno, se diseñan 3 trabajos experimentales, donde 2 son relativos al manejo de la tecnología y el otro relativo a la innovación, el modelo de negocio y la creación de un producto.

### **1.4. Objetivos Específicos**

Los objetivos específicos de esta memoria son aquellos elementos que permitan coleccionar material e información de IoT para la clase magistral y las experiencias prácticas. Se propone el siguiente conjunto de objetivos:

- Recopilar y procesar información, documentación y software para tener una base de conocimiento de referencia.
- Generar un programa de curso basado en unidades programáticas donde cada módulo tenga sus propios objetivos.
- Diseñar un plan de contenidos para cada módulo.
- Materializar los contenidos de cada módulo en presentaciones teóricas y/o en experiencias prácticas que complementen el proceso formativo.

- Diseñar metodologías de medición del prototipado basados en la madurez tecnológica adquirida con el paso de los módulos.
- Presentar un proceso de diseño de un prototipo de baja fidelidad que permita determinar las características funcionales usando la experiencia práctica de Chile Emprende 2016.
- Realizar un acercamiento a un diseño industrial que se pueda convertir en un prototipo de Alta Fidelidad.
- Componer un modelo de negocio basado en el prototipo diseñado.

### **1.5. Hipótesis de Trabajo**

Para poder desarrollar la parte teórica del curso y para poder implementar las experiencias prácticas, se supone la disponibilidad de una sala de trabajo en el DIE con los siguientes elementos:

- Al menos un computador portátil por cada pareja de estudiantes.
- La sala debe contar con acceso a Internet.
- Al menos una plataforma electrónica de prototipado rápido como Arduino, Raspberry Pi o similares por pareja de estudiantes. Requiere sensores como componentes a experimentar.
- Dado que la documentación está en idioma inglés, se requiere conocimiento de este idioma como prerrequisito del curso.
- Al menos un computador de laboratorio que sirva como servidor para múltiples servicios de soporte informático que colabore con el curso.

### **1.6. Metodología**

El proceso de realización de esta memoria de título concibe la metodología de trabajo capaz de coleccionar la información para expresarla en un conjunto de clases magistrales y laboratorios. Se realizan los siguientes pasos:

- Búsqueda y asimilación de antecedentes relacionados con Cloud Computing, IoT, plataformas habilitantes, modelos de negocios en IoT, protocolos, energía, electrónica, innovación, emprendimiento y desarrollo.
- Estudio sobre diseño de cursos universitarios teórico prácticos.
- Selección de herramientas para la construcción de cada módulo.
- Escritura de las presentaciones magistrales de cada curso.
- Elaboración de prácticas técnicas y talleres de innovación y prototipado rápido.
- Elaboración de evaluaciones para cada módulo.
- Desarrollo y materialización del presente documento de memoria.

En el siguiente capítulo de Antecedentes, se describen los temas necesarios para abordar un curso de IoT y las justificaciones que aplican a cada uno de los módulos informativos.

## **2. CAPÍTULO ANTECEDENTES**

Actualmente en el mundo de los negocios se le está dando gran relevancia al emprendimiento y al concepto “Startup”, un nuevo concepto de negocio prometedor, basado en criterios específicos para la obtención de ganancias bastantes prometedoras.

El término “Startup” se relaciona con empresas emergentes, las cuales toman una fuerte relación laboral con la tecnología, por lo que se consideran las mismas como el futuro organizacional. La innovación y la tecnología son herramientas fundamentales para el crecimiento empresarial. El desarrollo de productos y servicios de gran innovación, van de la mano del talento humano y la tecnología, donde su diseño y comercialización debe estar orientado completamente al cliente. Lo más atractivo de este enfoque empresarial es que su estructura suele operar con costos mínimos pero sus ganancias son exponenciales. Dando relevancia a una comunicación efectiva, continua y abierta con los clientes.

El camino de las empresas emergentes (Startups) debe tener algunas características similares dentro del escenario de la América Latina. Muchos estudiantes, como también actuales empresarios buscan en la productividad las estrategias del desarrollo basados en la generación de plusvalía con sus implementaciones tecnológicas.

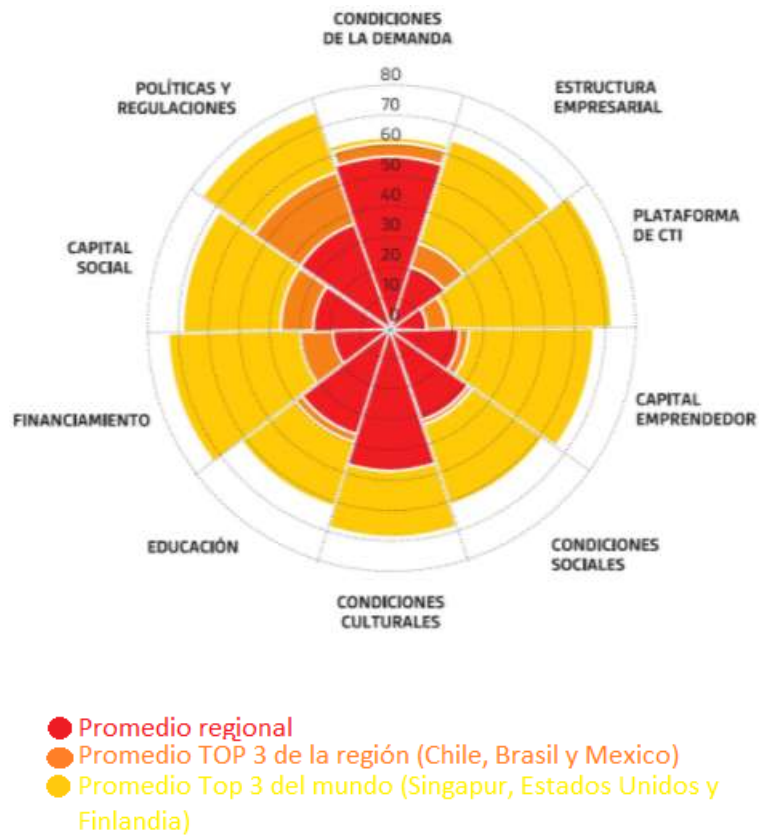
En nuestra intención de usar el IoT como una filosofía para desarrollar una Startup de servicios relacionada con el tratamiento del agua, y así enriquecer parte de los contenidos prácticos del curso que es el foco de esta memoria, donde la telemetría de la calidad del agua vinculada con los procesos productivos de nuestros clientes ubicados en ambientes acuáticos, parte de la estrategia fue encontrar el lugar asequible con mejor calificación para los procesos de emprendimientos empresariales. Es decir, nuestra experiencia en la creación de la Startup buscaba un sector económico que requiriera servicios tecnológicos.

Según un informe realizado por en la Universidad La Gran Colombia (PINEDA, 2015)<sup>1</sup>, p.4, el perfil del emprendedor latinoamericano es de clase media, la mayoría con estudios superiores y la edad promedio de emprendimiento es alrededor de los 30 años, con la característica particular de financiar su proyecto con ahorros propios.

También es necesario establecer el país que brinde las garantías para aventurarse a realizar una inversión de tiempo-esfuerzo que permita el establecimiento de una empresa consolidada en el mediano plazo. Tomando como base el mismo informe de ( PINEDA, 2015), p.4, se explica los resultados del Índice de Condiciones Sistémicas para el Emprendimiento Dinámico (ICSED), entre el 2012 – 2015 muestra a Chile como el líder en la región con las políticas más estables. En el mismo indicador de PRODEM del año 2017, muestra a Chile como el líder en la región de La America Latina por tercer año consecutivo, enunciando también las debilidades de la región con respecto a Estados Unidos y países como Singapur.

---

<sup>1</sup> Pineda, D. (2015). *Tendencias en América Latina y su potencialidad para el crecimiento empresarial*.



*Ilustración 1. Situación de la América Latina CSED 2017. FUENTE: ICSEd-Prodem*

2016

Bajo el criterio del Monitor Global de Emprendimiento 2016/2017 (Dr. Talah S. Arabiyat), muestra a los países de la región trabajando hacia la eficiencia de sus procesos a excepción de Costa Rica que trata de tener una economía dirigida a la innovación.



Ilustración 2. Países para Emprender. FUENTE: PINEDA 2015

Ahora bien, parte de la bibliografía consultada como el Roadmap de IoT para Sensing As a Service (Perera, 2017) acuerdan que la consolidación de las ahora Startups de la América Latina serán el motor de la economía de la región, nombrando a Chile, Colombia y Perú como los países donde se están haciendo mayores esfuerzos para facilitar el desarrollo de éstas empresas que logren tener una consolidación.

## 2.1. Justificación de Productos Comerciales Basados en IOT

Dentro de la literatura abordada, varios de los documentos concluyen que los desarrollos en IoT pueden ser la estrategia para abordar varios desafíos sociales, económicos y ambientales; en este último caso, en el artículo citado (E. Benkhelifa, 2014),<sup>2</sup> dada que las “cosas” son rastreables, daños al medio ambiente pueden ser detectados desde el origen. Sucede igual para las malas prácticas, y para plantear procesos de optimización de consumo de recursos sin que el consumo de la clase media se vea amenazado. Parte de las críticas es el incremento de la energía en el procesamiento de datos, especialmente en el procesamiento central de administración, sin embargo, existen técnicas probadas (Kim Khoa Nguyen, 2015)<sup>3</sup> donde la distribución de equipos, mayor

<sup>2</sup> E. Benkhelifa, M. A. (2014). *The Internet of Things: the Eco-System for Sustainable Growth*. Suffolk, UK

<sup>3</sup> Kim Khoa Nguyen, M. C. (2015). *Environment-Aware Virtual Slice Provisioning in Green Cloud Environment*. (V. 8. IEEE TRANSACTIONS ON SERVICES COMPUTING, Recopilador)



cercanía geográfica a los puntos donde la actividad se realiza y un correcto diseño del servicio IoT permitirá tener un uso adecuado de la energía.

En el tema de aplicaciones sustentables de IoT con alguna inclinación comercial, hemos encontrado en los invernaderos de cultivo una forma simple, rápida de gran impacto, en mi opinión, serían casos de éxito fáciles de mostrar para quienes tienen algún objetivo comercial. El caso de estudio de “Village Informatization Engineering Technology Research” del investigador Cui Wenshum” (Cui Wenshum, 2013)<sup>4</sup> tiene varias conclusiones prácticas.

## **2.2. Flujo del Temario**

Aunque el objetivo principal de esta memoria es dejar las bases para un curso en IoT que pueda definir un producto comercial, lo que pretende es llevar una experiencia real aplicando algunos cursos del Magíster en Ingeniería de Redes de Telecomunicaciones para definir y calificar al final del documento el camino recorrido en el proceso de creación de producto, que sea base de una Startup. El ciclo de diseñar, proponer, prototipar, ofrecer, tomar observaciones, para volver a iniciar el ciclo implica casi todos los ramos del Magíster resaltando los temas que desde el punto de vista económico tiene mayor valor.

Esta memoria inicia desde la “Oportunidad” de negocio, donde una “idea” puede ser la clave que detecte una necesidad comercial, se pasa a un ambiente de normalización de los productos a desarrollar. Los contenidos que se presentan a continuación son una compilación de Metodologías para las “etapas” del desarrollo técnico; la primera etapa se trata de la selección de sensores y la plataforma de adquisición de datos, la segunda etapa consiste en el ambiente Cloud para coleccionar los datos y generación de información a nivel de Informática, donde se asume la Metodología RESTful para cualquier tipo de desarrollo en esta etapa. Finalmente, la última etapa de este prototipado será el desarrollo hacia el aplicativo móvil que para efectos prácticos será un Smartphone.

## **2.3. Proceso General del Desarrollo del Prototipo Comercial**

Aportando a la visión donde el Internet de las Cosas impulsará una revolución en los sectores productivos, este trabajo mostrará paso a paso una metodología práctica para

---

<sup>4</sup> Cui Wenshum, 2. (2013). *Desing and Implementation of sunligh greenhouse Service Platform Based on IoT and Cloud Computing*. (1.a 2nd International Conference on Measurement, Recopilador).

la creación de un servicio comercial donde paulatinamente se vinculan las Telecomunicaciones, Informática y la Electrónica en sectores productivos como la Salmonicultura.

1. Abordaremos una hoja de ruta comercial para entender las necesidades de un cliente cualquiera, donde buscaremos oportunidades para introducir un servicio IoT.
2. Luego, utilizaremos la Metodología Canvas para diseñar un producto comercial teniendo en cuenta el mercado y la construcción del Producto Mínimo Viable. Se continúa con una visión empresarial que el emprendedor debe tener para que su servicio se vincule a una cadena productiva.
3. Se abordarán las plataformas habilitantes; el esfuerzo europeo por tener una plataforma unificada como FIWARE y se comparará con la iniciativa estadounidense que permite a las empresas privadas implantar a través de leyes de mercado una plataforma.
4. Se trabajará con los sensores, escogencia, parametrización e integración para la construcción de un prototipo de baja calidad para abordar las funcionalidades básicas de cada uno de los elementos.
5. Se abordarán técnicas para la construcción de un prototipo de alta calidad donde no solo se analizará la funcionalidad del prototipado sino también su relación con el usuario.
6. Finalmente se hará un análisis del punto de vista Informático para relacionar toda la información adquirida a través de sensores y brindar el servicio al cliente que esté dispuesto a pagar.

### **2.3.1. Módulos Que Considerar**

El conjunto de módulos debe considerar los siguientes temas:

- a. Niveles de Madurez de la Tecnología Technology Readiness LEVELS.TRLS
- b. Comunicación efectiva – Elevator Pitch
- c. Gestión de proyectos de prototipado
- d. Diseño: Industrial y gráfico
- e. Fundamentos de Control de Procesos BPM en prototipado
- f. Modelo de negocio en IoT

- g. IoT, Tecnologías, protocolos
  - Introducción a los Protocolos de IoT
  - Tecnologías habilitantes
  - Fiware
- h. Prototipeado rápido
  - IOT con Raspberry Pi
  - Arduino
  - Arquitectura escalable de Big Data
  - Big data, midiendo y analizando
  - Electrónica: Parametrización de sensores
- i. Aplicaciones móviles
  - Antecedentes del diseño en aplicaciones móviles
  - Diseño de aplicación móvil
  - Prototipado rápido de aplicación móvil
- j. Producto
  - Calidad en prototipado

### 2.3.2. Antecedentes de la Metodología Docente

En este trabajo asume la Metodología Docente con los elementos que requiere un Aprendizaje Basado en Competencias, dicha metodología se aplica en los diversos procesos de diseño del curso.

Elementos	Tópicos
Estrategia enseñanza-aprendizaje	Exposiciones, casos de estudio, proyectos integradores, laboratorios por temas. Recursos: Presentaciones, charlas, material audiovisual, talleres.
Modalidades	Tutoría individual, tutoría grupal, revisión de trabajos, retroalimentación de ejercicios y resolución.
Evaluación	Competencias generales y específicas trabajadas. Método de evaluación: Mini controles evaluativos, análisis de los casos, presentaciones orales, prueba de ejecución de proyectos. Criterios de evaluación: La evaluación deberá reflejar un equilibrio entre las competencias trabajadas y las técnicas empleadas.

*Tabla 1. Aprendizaje basado en competencias<sup>5</sup> (VECCHIOTTI VILORIA, 2016)*

### **2.3.3. Antecedentes de Prototipeado Rápido**

El prototipado rápido permite la fabricación rápida de modelos utilizando datos de diseño asistido en los diferentes ámbitos del diseño industrial, hardware electrónico, y software hacia el servidor y las aplicaciones. Nosotros (los emprendedores) debemos conocer algunas metodologías y estrategias para avanzar rápido en la constitución de nuestro proyecto y no quedarse en los detalles.

### **2.3.4. Antecedentes Arquitectura IoT**

Como antecedentes para el entendimiento de una arquitectura en IoT se debe estudiar la conectividad y la comunicación, la gestión de dispositivos, recolección, análisis y actuación de los datos, escalabilidad y la seguridad deben ser los temas tangenciales que se deben tener en cuenta en cada etapa del desarrollo del hardware, software, esquemas energéticos y diseño industrial. Se hace necesario estudiar y entender una arquitectura que le promueva larga vida a cada uno de los proyectos de base tecnológica en IoT. (<http://mitprofessionalx.mit.edu>, 2017).

### **2.3.5. Gestión de Proyectos de Innovación**

La Gestión de los Proyectos de base tecnológica es el proceso que inicia en la detección de las oportunidades hasta la entrega de una arquitectura tecnológica funcional que sea la solución a la necesidad detectada. En este proceso se deben tener las competencias de diseño y gestión de proyectos para diseñar, dirigir e implementar programas de I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación), donde en búsqueda de una nueva estrategia que avance hacia el desarrollo de productos útiles está afuera de las organizaciones y el control de la Innovación se encuentra descentralizado, mejor dicho en las palabras de Henry W. Chesbrough: *“la lógica que respalda una estrategia de I+D centralizada y orientada internamente se ha vuelto obsoleta”* (Chesbrough).

---

<sup>5</sup> (VECCHIOTTI VILORIA, 2016)

### 3. CAPÍTULO METODOLOGÍA

Este capítulo describe los diferentes procesos para lograr cada uno de los específicos. Dado que la presente memoria recopila el trabajo realizado en un concurso de emprendimiento “Desafío IoT Chile Emprende 2015-2016”, Cada material realizado corresponde a un fundamento teórico llevado a la experimentación, de tal manera que la metodología general es tomar los elementos del concurso, asumir la realización de los entregables, fundamentar teóricamente los contenidos para finalmente darle un orden docente que conforme un curso teórico-práctico de emprendimiento basado en IoT.

Como todo trabajo, la fase cero [0] corresponde a la recopilación de información acerca del IoT, los procesos de creación de productos, la búsqueda de necesidades que se puedan satisfacer con tecnología basada en IoT. También en esta fase se busca bibliografía para la creación de un curso.

La primera parte se describen los componentes que crean el marco general en el cual se desarrolla el curso de desarrollo de productos comerciales de base tecnológica basado en IoT, es decir se define el temario, los formatos docentes a desarrollar para las clases magistrales y para los talleres.

La segunda parte se relaciona con el ciclo de gestión del curso en sí mismo, para mantener la calidad y evolución de los temas tratados. Cabe destacar que, la Metodología Docente a utilizar se encuentra basada en el libro “Diseño de Cursos Universitarios”, (Soto Guzman, 1978) y complementada por entrevistas de los participantes en el concurso “Desafío IoT Chile Emprende”.

Se tienen varias tesis como referencia, a nivel de pedagogía se tienen varias tesis de referencia:

- “Diseño e Implementación de un Curso y un Laboratorio de Servicios sobre acceso LTE y Packet Core IMS”, John Oliva Cuevas, 2012.
- Diseño e Implementación de un curso teórico y de un laboratorio sobre calidad en redes 3g y LTE, Álvaro Andrés Cea Campos. 2014.
- Análisis de prefactibilidad técnico-económica de un centro de entrenamiento e innovación orientado a operadores convergentes de telecomunicaciones, José Luis García Irujo. 2014.

A nivel de desarrollo se tiene como referencia las siguientes tesis:

- Estudio de arquitecturas software para servicios en Internet de las Cosas, Samuel Moreno Saiz. 2015

- Arquitectura de software de referencia para objetos inteligentes en Internet de las Cosas, Ariel Segura. 2015.

### 3.1. Metodologías Docentes

Se describe la metodología asumida para la planificación curricular y diseño de curso. En este inciso determinaremos la planificación curricular, la elaboración y planificación de módulos de instrucción, diseño e implementación de los talleres, para terminar con una validación y revisión del proceso.

**Planificación Curricular:** Este proceso tiene por objetivo definir el programa y el formato de un curso genérico, compuesto por un conjunto de unidades programáticas con los logros que se pretenden alcanzar. Se adoptan los recursos recolectados durante la fase del concurso.

**Módulos de Instrucción:** Estos módulos cubren las áreas temáticas abarcadas por la totalidad del curso, la búsqueda de la necesidad comercial, el desarrollo el modelo del negocio, las plataformas habilitantes de hardware y software, el control de un proyecto de prototipado, el prototipo y finalmente la validación en el mercado.

**Experiencias Prácticas:** El proceso de construcción de las experiencias se basa en la adaptación de experiencias de emprendimiento, donde se relacionan los contenidos del curso dentro de un marco de desarrollo de técnica y comunicación efectiva.

**Revisión y Validación:** Este proceso está compuesto por un método básico iterativo de revisión y retroalimentación con expertos en el área de la docencia, electrónica y las telecomunicaciones, con el objetivo de validar los procesos anteriores y realizar los ajustes pertinentes.

### 3.2. Planificación Curricular

En esta etapa vamos a generar los programas del curso. Dado que durante la escritura de esta Memoria se está también en el proceso del Desafío IOT, primero se asimila la

etapa del Desafío IOT, luego se rescata el objetivo y los contenidos válidos para el diseño del curso.

La metodología para la elaboración de la planificación se divide en tres etapas:

a) Etapa Experimental:

1. Asimilación y recolección de los temas del proceso de Emprendimiento.
2. Clasificación de contenidos del proceso del Desafío Chile Emprende 2015-2016.

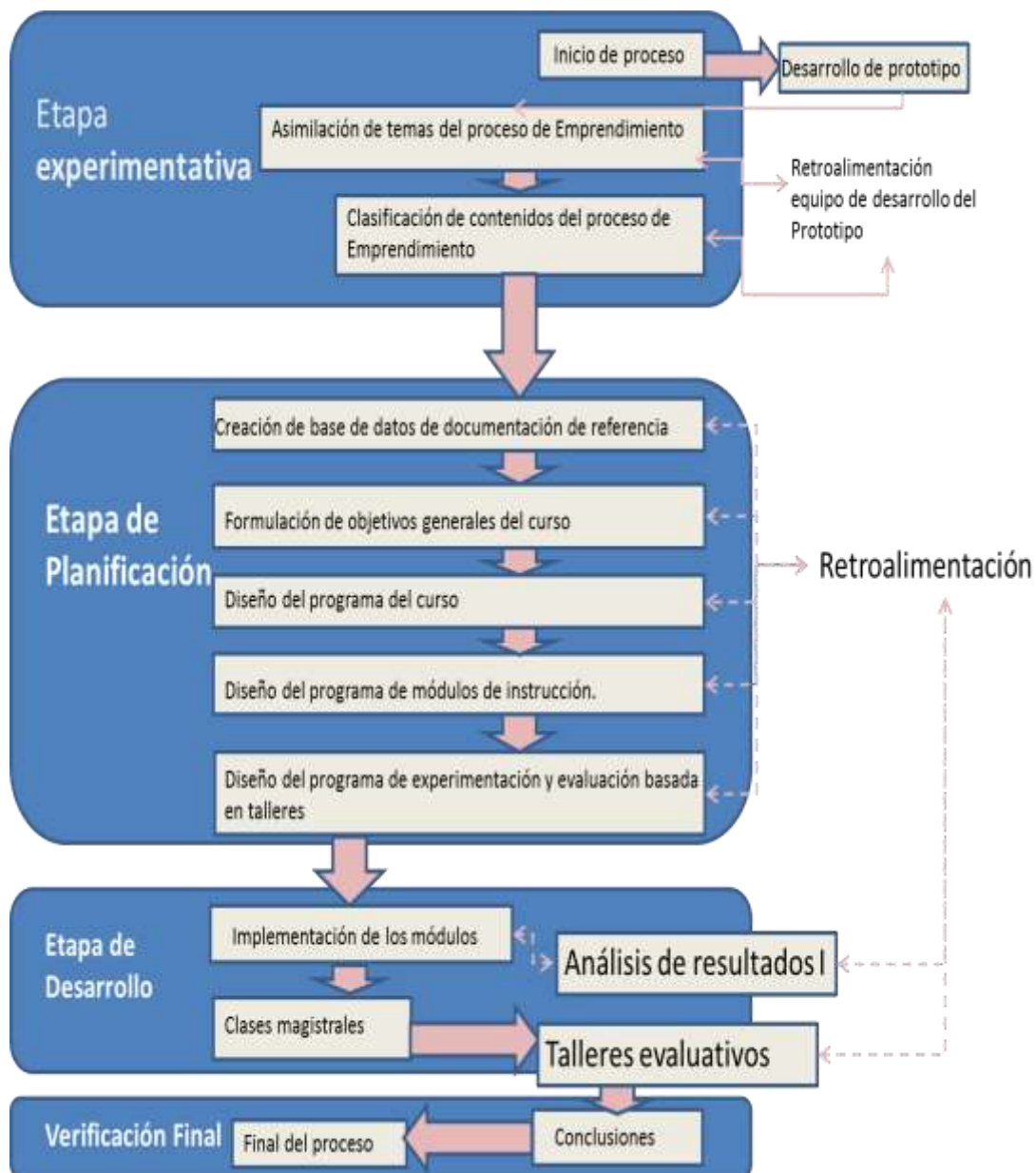
b) Etapa de Planificación

3. Creación de base de datos de documentación de referencia.
4. Formulación de Objetivos Generales del Curso.
5. Diseño del programa del Curso.
6. Diseño del programa de módulos de instrucción
7. Diseño del programa de experimentación y evaluación basada en talleres.

c) Etapa de Desarrollo

8. Implementación de los módulos
9. Clases magistrales
10. Implementación de talleres como evaluación acumulativa.

La idea de este curso es implementar una experiencia real de un proceso de Emprendimiento Empresarial en un curso de IoT. Por lo tanto, al “sistema de curso” propuesto por Espinoza [12] se agregan un par de procesos iniciales.



*Ilustración 3. Etapas de la Planificación*

**3.2.1. Proceso 1.** Asimilación y recolección de los temas del proceso de Emprendimiento



Este proceso hace parte de la asistencia en el concurso Desafío IoT Chile Emprende, que une los conocimientos adquiridos en el Magíster en Ingeniería de Redes de Telecomunicaciones. Las etapas de la competencia simulan los procesos de desarrollo de productos basados en tecnologías, donde cada parte del proceso está acompañada con unas charlas teóricas y talleres prácticos que encaminen a una Startup basada en IoT.

La siguiente tabla organiza las etapas rescatables del concurso que permiten asimilar información:

<b>Metodología para creación de producto comercial en IOT</b>	<b>Descripción</b>
Idear	Etapas donde se debe ver los problemas desde otra perspectiva, la del negocio.
Desarrollo empresarial	Identificación de actividades, segmentación de clientes, dolores, actividades, modelo Canvas para creación de valor.
Plataformas habilitantes para prototipado	Hardware genérico para creación de proyectos. Arduino, Raspberry pi.
Plataformas habilitantes para desarrollo comercial	Cisco IoT, Azure IoT, SDK de Samsung, plataformas abiertas.
Desarrollo prototipo de baja fidelidad	Funcionalidades básicas de un equipo.
Conceptos de desarrollo	Gestión de Proyectos, Procesos, Buenas Prácticas de manufactura.
Desarrollo de prototipo de Alta Fidelidad	Determinación de sensores, capacidad de energía, diagrama electrónico, flujos de sistema.
Evaluación de hipótesis comerciales	Negociación, retroalimentación con clientes.

*Tabla 2. Etapas Rescatables del Curso*

### **3.2.2. Proceso 2.** Clasificación del contenido del proceso de emprendimiento

La información entregada a través del concurso fue un gran esfuerzo comercial de empresas que quieren liderar el mercado del IoT. La presencia internacional estaba liderada por Cisco y Samsung, la presencia europea bajo la plataforma Fiware patrocinada por Telefónica. En el ámbito local, Hiway era quien más entregaba

información referida a hardware. Por otro lado, la presencia de CORFO como presencia del estado chileno, la Agenda de Conectividad chilena tenían las directrices del desarrollo que se quiere para Chile durante el 2016-2020. Finalmente, el músculo logístico entregado por INACAP daba a entender que los contenidos habían pasado por una gran cantidad de filtros y que se debía profundizar en estos temas.

Cada capítulo de la tabla N°1 tiene un conjunto de temas a desarrollar, así que de acuerdo con la retroalimentación del equipo de desarrollo de Salmoloro y otros equipos de desarrollo, se tomaron temas específicos en lo cuáles se consideraba profundizar para el correcto diseño prototipo comercial.

### 3.2.3. Proceso 3. Creación de base de datos de documentación de referencia.

En este proceso, recolectamos los antecedentes de cada uno de los temas, tanto los temas de emprendimiento empresarial como los procesos de Ideación y Modelo de Negocios en IoT, como los temas técnicos de Cloud, SDN, Plataformas de hardware y Software habilitantes. Finalmente asumimos el esfuerzo comercial de los gigantes tecnológicos por convertir sus productos en tendencias.

Tabla 3. Recolección de la Información	
1	Relevamiento de los temas de emprendimiento empresarial; proceso de ideación, creación
2	Relevamiento e Investigación de los temas técnicos
3	Relevamiento de los temas técnicos con tendencia comercial
4	Definición de Plan de Docencia
5	Definir Audiencia Objetivo del Curso
6	Determinar tiempo de duración de las clases magistrales y talleres de experiencia práctica

### 3.2.4. Proceso 4. Formulaciones generales del curso

Tabla 4. Formulación de Objetivos	
1	Definir la habilidad final
2	Definir tabla de habilidades relacionados con los contenidos del curso
3	Definir la secuencialidad de cumplimiento de los objetivos
4	Validar la definición de los objetivos con el conjunto de emprendedores

Este proceso constituye la definición de habilidades con los cuales un alumno debería egresar el curso. Además, ordena de forma secuencial cada logro en la medida que supera cada objetivo.

### 3.2.5. Proceso 5. Diseño del Programa del Curso

Este proceso estructura los contenidos con los objetivos y las experiencias prácticas. Cada objetivo específico debe tener su contenido que desarrollará la idea.

### 3.2.6. Proceso 6. Diseño del Programa de Módulos de Instrucción

Cada módulo magistral detalla los contenidos que encaminarán el alcance del logro declarado en los objetivos del curso. Cada una de las partes del programa se analiza para desarrollar las evaluaciones, los módulos y las unidades.

- ✓ **Justificación:** Se describe la razón por la cual es importante dedicar tiempo al tema a desarrollar.
- ✓ **Introducción:** Se describen las tareas, procedimientos y relaciones con temas anteriores.
- ✓ **Objetivo General del Módulo:** Se describe el logro principal del módulo.
- ✓ **Objetivos Específicos:** Se desprenden los objetivos específicos referido a cada uno de los contenidos del curso.
- ✓ **Actividades:** Dado que no solo depende de las clases magistrales, existen un conjunto de actividades como expresiones creativas que el alumno debe realizar.

- ✓ **Síntesis:** Resumen conciso del tema con vista en el logro a alcanzar.
- ✓ **Bibliografía:** Se exponen las fuentes de referencia para el alumno.

### **3.2.7. Proceso 7.** Diseño del Programa de experimentación y evaluación basada en talleres.

El programa se diseña de acuerdo con el hilo conductor de la planificación. Cada uno de los módulos del programa debe tener la información de referencia y debe cumplir con el objetivo del módulo. El diseño de las evaluaciones deben ser talleres que amplifiquen la vista del estudiante y entreguen nuevas herramientas que permitan diseñar, prototipar y probar.

### **3.2.8. Proceso 8.** Implementación de los módulos

Se trata de escribir cada una de las presentaciones que llevarán las clases magistrales, agregando o modificando los contenidos dependiendo de la interacción. También se debe relacionar el taller con cada una de las presentaciones y se debe definir la secuencialidad de cada uno de los talleres.

### **3.2.9. Proceso 9.** Clases magistrales

En este proceso el instructor dicta la clase y los talleres de acuerdo con la planificación. Las clases serán apoyadas con material visual, videos, presentaciones y algún invitado especial. Un proceso relacionado son los talleres evaluativos que también se deben dar en el mismo curso.

## **3.3. Planificación de Módulos Teóricos y Experiencias Prácticas**

Éste inciso materializa los métodos relativos a la Planificación y Diseño de cada módulo.

### **3.3.1. Planificación de los módulos**

La planificación es la etapa previa a la construcción de los módulos. Tomando en cuenta los procesos de planificación curricular se organizan grupos temáticos relacionados. En primera instancia se tienen contenidos teóricos que el instructor debe recitar con el apoyo

de medios audiovisuales, además se tienen talleres de innovación con el fin de preparar la mente para un entorno creativo. Por otro lado, se tienen un grupo de experiencias prácticas que permiten tener la materialización de los prototipos.

### 3.3.1.1. Definición de los módulos

Los módulos de instrucción deben tener campos definidos para el entendimiento del alumno. En la tabla n°5 se explica.

	Elemento	Definición	Observaciones
1	Título	Se presenta el título que describa los contenidos a tratar	Debe ser breve y conciso.
2	Índice	Presenta la secuencia de los contenidos.	Debe tener hasta máximo 4 niveles de profundización.
3	Resumen	Se desarrollan de manera breve las principales ideas involucradas.	
4	Objetivos	Se mencionan los temas que se pretende que el alumno maneje al finalizar el módulo.	Serán objeto de retroalimentación y evaluación por parte del alumno.
5	Módulo	Desarrollo en extenso de los temas	Se deben presentar los antecedentes teóricos de cada módulo.
6	Anexos (opcional)	Se pueden incluir algunos temas que requieran mayor profundización por parte del alumno.	Dado que el curso de prototipado rápido incluye temas multidisciplinarios es requerido profundización por parte del alumno.

7	Bibliografía	Bibliografía de cada módulo	Referencia que soporta el curso.
---	--------------	-----------------------------	----------------------------------

*Tabla 5. Definición de los Módulos*

### **3.3.1.2. Metodologías de las experiencias prácticas**

Los laboratorios utilizan un conjunto de instrumentos de software, hardware y herramientas con el fin de llegar a la construcción de un elemento. Los laboratorios prácticos serán utilizados para afianzar los temas base que conforman el ecosistema IoT.

Los grupos serán de 2 a 3 personas construirán productos que tendrán el consenso del grupo. Además, el grupo se hará cargo de la compra de los elementos consumibles para la construcción del prototipo.

Las tareas asignadas en el laboratorio llevan una guía paso a paso, donde el estudiante debe verificar y responder los resultados inmediatos.

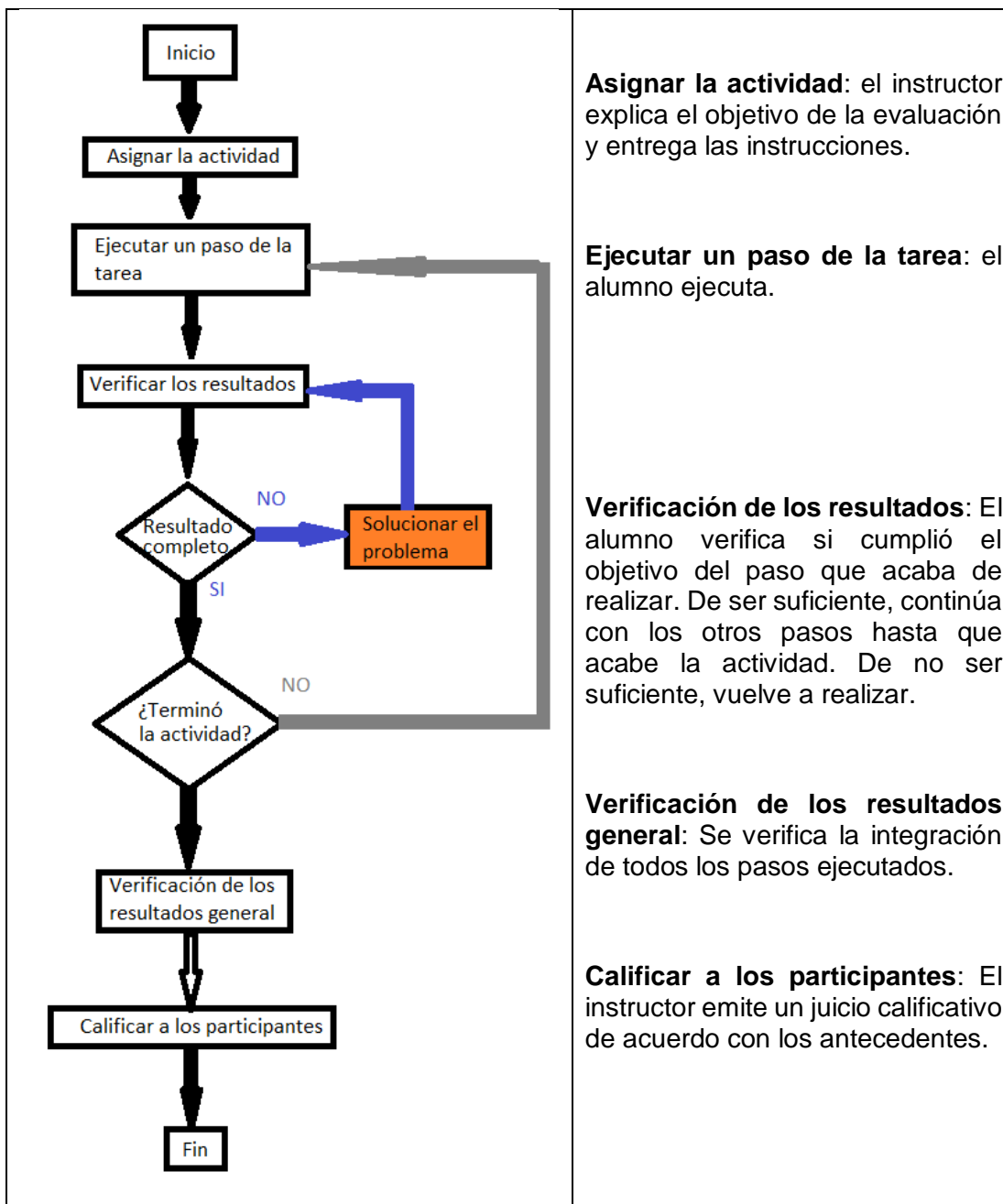
### **3.3.1.3. Validación de resultados**

Se considera muy importante que cualquier proceso de investigación se encuentre estrechamente relacionado con el mundo real de aplicación de su sector. Para la presente memoria de grado se escogió; La Planificación Curricular y las Experiencias Prácticas.

El sistema de validación del curso se toma durante el proceso del concurso Desafío IoT 2015-2016 Chile Emprende, donde cada uno de los proyectos exitosos tendrán una retroalimentación durante la prueba.

Por el lado del curso, se realiza un algoritmo de validación sobre estudiantes de prueba que cumplan con los prerrequisitos del curso. Cada etapa debe tener una rúbrica de evaluación basada en el nivel de maduración tecnológica.

Secuencia de validación de resultados	Descripción
---------------------------------------	-------------



*Ilustración 4. Secuencia de Ilustración de Resultados*

En la ilustración N°4 se representa un proceso interactivo que entrega información para los ajustes a la planificación curricular y experiencias prácticas.

### 3.4. Metodología de Evaluación

Se definen dos partes para la evaluación; la primera considera evaluar los conceptos básicos requeridos a nivel teórico dado los antecedentes a explicar en el curso.

#### Primera parte

Antecedente teórico que evaluar	Temas relacionados
Modelo de negocios	<ul style="list-style-type: none"><li>● Identificación de oportunidades</li><li>● Definición de IoT</li><li>● Modelo Canvas</li></ul>
Electrónica para hardware	<ul style="list-style-type: none"><li>● Electrónica</li><li>● Sensores</li><li>● Plataformas de prototipado en hardware</li></ul>
Software para plataforma	<ul style="list-style-type: none"><li>● Cloud computing</li><li>● Máquinas virtuales</li><li>● Software mínimo para dashboards de datos.</li><li>● BBDD</li></ul>
Diseño de industrial	<ul style="list-style-type: none"><li>● Leyes del diseño</li><li>● Buenas prácticas de diseño</li></ul>

*Tabla 6. Antecedentes Teóricos Que Evaluar. Primera Parte*

#### Segunda parte

Se pretende evaluar la integración de los conocimientos en un proceso de maduración tecnológica, El nivel esperado que deben obtener los equipos en Techcamp a su finalización es el nivel “5” de la TRL. Para cumplir con lo anterior se realizarán 4 evaluaciones que parten en el nivel “2”.

Los entregables para cada una de las evaluaciones estarán dictados por los niveles que se estén evaluando en un espacio de tiempo definido por la planificación.



Las presentaciones de los entregables son en FORMATO LIBRE teniendo como un hilo conductor una presentación.  
 Las rúbricas de cada una de las evaluaciones serán entregadas antes de cada evaluación.

<b>Antecedente teórico que evaluar</b>	<b>Temas relacionados</b>
Nivel 2 de la TRL	<p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Conceptos y Aplicaciones Formuladas: Justificación del Proyecto</li> <li>•Plan de Desarrollo: Actividades a Realizar.</li> <li>•Pruebas de Concepto Parciales: Prototipo de Baja Fidelidad con historial de Prueba.</li> </ul> <p>Ponderaciones:</p> <p>Conceptos y Aplicaciones Formuladas–30%</p> <p>Plan de Desarrollo–30%</p> <p>Pruebas de Concepto Parciales–40%</p>
Nivel 3 de la TRL	<p>Entregables:</p> <p>Ensayos de laboratorio Completos: Documentación de Pruebas realizadas e investigación validada.</p> <p>Escalabilidad: Capacidad de crecimiento y adaptabilidad.</p> <p>Pruebas de Conceptos Completas: Historial de Pruebas integrales (todos los sensores funcionando al mismo tiempo).</p> <p>Ponderaciones:</p> <p>Ensayos de laboratorio Completos: 20%</p>

	<p>Escalabilidad: 40%</p> <p>Pruebas de Concepto Completas: 40%</p>
<p>Nivel 4 de TRL con incorporación de Modelos económicos y ciclo de vida de producto.</p>	<p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Mediciones que Validen las Predicciones: Comparación entre postulados y pruebas realizadas.</li> <li>•Simulación de Procesos: Bosquejo de proceso actual vs bosquejo de proceso con solución.</li> <li>•Prototipo en Entorno Controlado: Simulación de ambiente final para prueba de prototipo.</li> <li>•Modelo Económico y Clico de Vida Preliminares: Curva de ciclo de vida del producto y su modelo económico.</li> </ul> <p>Ponderaciones:</p> <p>Mediciones que validen las predicciones–15%</p> <p>Simulación de Procesos–25%</p> <p>Prototipo en entorno controlado–35%</p> <p>M.E y C.V.P preliminares –25%</p>
<p>Nivel 5 de TRL</p>	<p>Entregables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Modelo de Procesos Validado: Modelo de procesos evaluado y validado por clientes y/o expertos.</li> <li>•Prototipo para entorno real: Comportamiento del prototipo probado en un ambiente real.</li> <li>•Modelo Económico y Ciclo de vida validada: Modelos validados por expertos y/o clientes.</li> <li>•Modelo de Negocios: Modelo de Negocios de la solución.</li> <li>•Diseño de la Solución: Diseño de interfaz de usuario y diseño del producto (tangibile).</li> </ul> <p>Ponderaciones:</p> <p>Modelo de Procesos Validados–20%</p> <p>Prototipo para entorno real–35%</p>

	M.E y C.V.P validados–25% Modelo de Negocio–5% Diseño de la Solución–15%
--	--

*Tabla 7. Antecedentes Teóricos Que Evaluar. Segunda Parte*

### **3.5. Metodología de Prototipos de Pruebas**

En este caso se trata de construir un producto tipo prototipo con calidad funcional y medianamente ergonómico para el usuario final. Para la construcción de un prototipo, se debe seleccionar un conjunto de herramientas para la elaboración del hardware, el software de firmware, el software a nivel de plataforma, diseño del contenedor de la electrónica, mediciones que validen las predicciones y análisis de los datos seleccionados.

#### **3.5.1. Caso prototipo de Baja Calidad**

Elemento funcional en Arduino con uno o dos sensores sin preocupaciones de energía ni cajas contenedoras. Software Firmware para uso de las máquinas virtuales. Dashboards sobre web servers en servicios pagados o simplemente implementados. No hay datos para analizar.

#### **3.5.2. Caso prototipo de Alta Calidad**

Elementos funcionales con Arduino u otra plataforma de hardware habilitante, en un contenedor genérico que cumpla en los aspectos funcionales sin importancia ergonómica.

### **3.5.3. Diseño Industrial para el Prototipo**

En este punto se trata de medidas y ergonomía. No sólo se trata de los aspectos funcionales, sino que se debe pensar más allá de las formas de instalación, transporte, usos y formas de los elementos.

Se trata de medir y especificar por completo la electrónica.

Para efectos de la presente tesis sólo se debe dar una introducción al diseño y a las fases constructivas puesto que el universo de conocimientos para la elaboración de un producto es muy complejo y requiere conocimientos de materiales.

### **3.5.4. Metodología de Simulación**

Se simula el entorno hardware en Freeboard.io u otra plataforma software IoT que pueda tener un rápido despliegue de un dashboard.

### **3.5.5. Metodología de Medición**

En esta parte se debe identificar la repetitividad de las mediciones realizadas por los prototipos. Es decir, se trata de realizar la misma prueba en 3 o más instantes de tiempo diferentes para garantizar que las mediciones son las mismas.

En el Capítulo 4 llamado Resultados Técnicos veremos cómo utilizando una herramienta de maduración tecnológica se va avanzando en el producto que se quiere formalizar. A nivel de Módulos de Instrucción discutiremos cómo temas que no parecían importantes aparecen con mayores niveles de interés por parte de los estudiantes.

## 4. CAPÍTULO RESULTADOS TÉCNICOS

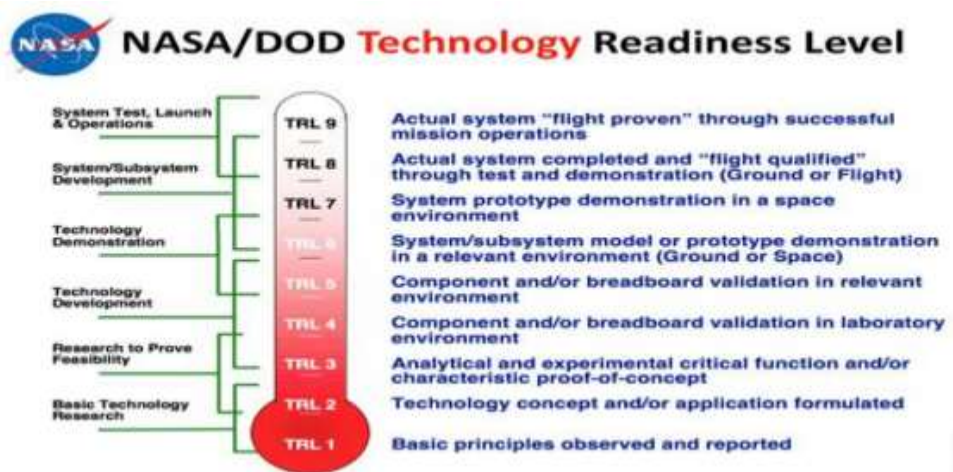
En el capítulo de resultados se desarrollan las metodologías escogidas durante el proceso de construcción del producto. El proceso fue largo, cada etapa requería una etapa de conceptualización, luego aprendizaje para el uso de una herramienta, para continuar con una conclusión parcial del producto en construcción.

El proceso de creación de un producto comercial basado en el IoT, requiere de una metodología para ir calificando de alguna manera el avance tecnológico del producto. Más adelante en algunas de las conclusiones se visualizará que la parte tecnológica es fundamental, pero no es la más importante, son otros aspectos que dan las características de las funcionalidades físicas que lo hacen usable por el usuario.

### 4.1. Introducción a las TLRS

Así como lo resume el autor (Quintana, 2016),<sup>6</sup> la TLRS es una forma aceptada de medir el grado de madurez de una tecnología. Se basa en una tabla que a medida que crece el nivel de complejidad del producto, responden a varias entradas; basadas en la necesidad del cliente final del producto.

La siguiente ilustración es la tabla resumen de referencia para la NASA, quienes desarrollaron la metodología para su uso en los equipos que van a utilizar en el espacio.

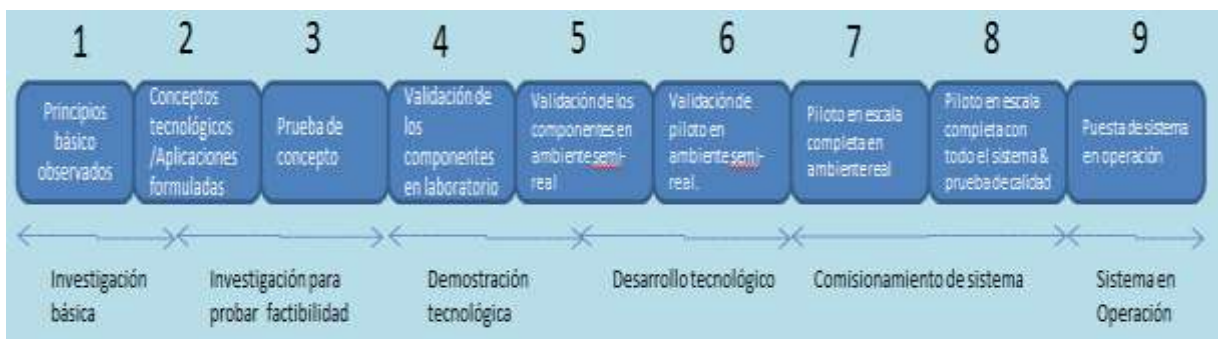


<sup>6</sup> Juan Miguel Ibáñez de Aldecoa Quintana, Breve nota NIVELES DE MADUREZ DE LA TECNOLOGÍA TECHNOLOGY READINESS LEVELS.TRLS. UNA INTRODUCCIÓN.

<http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/393/NOTAS.pdf>

*Ilustración 5. NASA/DOD Technology Readiness Level por EARTO7*

La adaptación de esta metodología es lo que nos incumbe para el desarrollo. En las recomendaciones de la EARTO2 se tiene una aproximación de lo que podría hacerse para un producto tecnológico.



*Ilustración 6. Fase de Desarrollo del Proyecto. Entorno cercano a la realidad*

El entorno que desarrolla el proyecto en los primeros cuatro niveles es el laboratorio, el entorno semi-real es un entorno con características similares al real, para llegar al entorno real en los niveles siete al nueve.

A medida que se escribía este documento se llevaba a cabo el desarrollo de un producto con esta metodología con aplicaciones en la acuicultura. Así que sólo para realizar una aproximación del proyecto nombrado a lo largo de éste documento como “Salmoloro” se tiene.



*Ilustración 7. Fase de Desarrollo del Proyecto Salmoloro*

<sup>7</sup> [http://www.earto.eu/fileadmin/content/03\\_Publications/The\\_TRL\\_Scale\\_as\\_a\\_R\\_I\\_Policy\\_Tool\\_-\\_EARTO\\_Recommendations\\_-\\_Final.pdf](http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/The_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf), The TRL Scale as a Research & Innovation Policy Tool, EARTO Recommendations 30 April 2014, página 4.

El termómetro que aumentaba la complejidad del producto, al ser basado en el la TLR describía cada aspecto del desarrollo tecnológico que podría ser evaluado en una “rúbrica de evaluación”. Cada una de las etapas de la ilustración N°7 tenía un objetivo explicado en la ilustración N°8.

TRL	INVESTIGACIÓN BASE	MODELO OPERACIONAL	DESARROLLO TECNOLÓGICO	MODELO ECONÓMICO Y CICLO DE VIDA	OTROS
9	-	-	Producto disponible	-	-
8	-	-	Piloto comercial funcionando	-	-
7	-	Temas de fabricación y operación finales	Piloto precomercial funcionando	Modelo perfeccionado	-
6	-	Procesos ampliados a escala industrial	Piloto a escala industrial	Modelo ec. y ciclo de vida perfeccionados	Integración en el sistema energético
5	-	Modelo de procesos validado	Prototipo para entorno real	Modelo ec. y ciclo de vida validados	Temas relacionados (salud, ambiente, legal, etc)
4	Mediciones validan las predicciones	Simulación de procesos validada	Prototipo en entorno controlado	Modelo ec. y ciclo de vida preliminar	-
3	Ensayos de lab. completos	Temas de escalabilidad identificados	Prueba de concepto completa	-	-
2	Concepto y aplicación formulados	Se perfila plan de desarrollo	Pruebas de concepto parciales	-	-
1	Principios básicos postulados	Esquemas del proceso identificado	-	-	-
0	Ideas no probadas	-	-	-	-

Ilustración 8. TLR Termómetro de Complejidad del Producto

Cada nivel del termómetro TRL tiene su propio trabajo a realizar, así que la forma evaluativa sugerida para un proyecto de IoT debe ser una rúbrica evaluativa.

#### 4.2. Rúbrica Evaluativa

Como lo indica (Carrasco, Septiembre 2007)<sup>8</sup>, la rúbrica es un recurso para la evaluación y valoración del aprendizaje, de los conocimientos relacionados con el desempeño del individuo o grupo de trabajo en una actividad concreta, donde se establecen indicadores en una escala valorativa.

En lo que respecta al desarrollador del proyecto de IoT, cada nivel de maduración tecnológica tiene valoración del conjunto de actividades que se deben realizar.

Se determinó a lo largo del proyecto IoT Salmoloro del concurso Desafío IoT Chile Prende, que la rúbrica era el sistema para generar calificaciones y poder evaluar los diferentes grupos en competencia. A nivel de recurso, se puede utilizar la web como herramienta de construcción de una rúbrica aplicada.

<sup>8</sup> Miguel Ángel López Carrasco. Guía básica para la elaboración de rúbricas. Universidad Iberoamericana Puebla. Septiembre de 2007

Para los niveles esperados durante un curso de IoT, presentamos tres rúbricas para calificar los niveles 2, 3 y 4.

*Tabla 8. Rúbrica Sugerida para el Nivel 3 de la TRL para Evaluación de un Producto basado en IoT*

<b>Entregable</b>	<b>Criterio</b>	<b>Excelente (4 puntos)</b>	<b>Bueno (3puntos)</b>	<b>Adecuado (2puntos)</b>	<b>Deficiente (1 punto)</b>
<b>Ensayos de laboratorio completos</b>	Postulados y mediciones	Realiza postulados de acuerdo con el proyecto, luego las mediciones relacionados con el postulado de manera clara y ordenada	Los postulados realizados son coherentes al proyecto, pero las mediciones no concuerdan.	Los postulados y las mediciones no son coherentes entre sí ni con el proyecto.	No es capaz de definir postulados ni realizar mediciones acordes a su proyecto
	Análisis de resultados	El análisis realizado muestra claramente una comparación entre las postulaciones y mediciones llegando a conclusiones coherentes con los resultados y que sustenten el proyecto.	El análisis realizado muestra claramente una comparación entre las postulaciones y mediciones llegando a conclusiones coherentes con resultados y que sustenten el proyecto.	El análisis realizado muestra claramente una comparación entre las postulaciones y mediciones llegando a conclusiones coherentes con resultados y que sustenten el proyecto.	No es capaz de realizar un análisis de los resultados, sin poder justificar su proyecto.
	Modelo de negocios	Se presenta de manera clara y precisa la evolución del modelo de negocio de su proyecto, sustentado en	Se identifica de manera parcial la evolución del modelo de negocios, sustentado en premisas que lo avalen.	Identifica de manera poco clara la evolución del modelo de negocios, sin basarse en premisas o estudios.	No es capaz de identificar una evolución del modelo de negocios o el modelo de negocios no es escalable.



<b>Escalabilidad</b>		premisas que lo avalen.			
	Aplicación	Se identifican los aspectos relevantes de manera clara y precisa para escalabilidad de la aplicación, sustentado en premisas o estudios que los validen	Se identifican parcialmente los aspectos que fundamentan la escalabilidad del proyecto, sustentados en premisas o estudios que validen la solución.	Se identifican de manera poco clara los aspectos de escalabilidad de la aplicación y no logra justificarlos	No es capaz de definir los aspectos de escalabilidad para su justificación.
	Producto	No es capaz de definir los aspectos de escalabilidad para su justificación.	El producto muestra una evolución en el tiempo con una justificación parcial.	El producto muestra de manera parcial una evolución en el tiempo sin justificación	No es capaz de identificar la escalabilidad de su producto.

*Tabla 9. Rúbrica Sugerida para el Nivel 4 de la TRL para Evaluación de un Producto basado en IoT*

<b>Entregable</b>	<b>Criterio</b>	<b>Sobresaliente (4 puntos)</b>	<b>Bueno (3 puntos)</b>	<b>Adecuado (2 puntos)</b>	<b>Deficiente (1 punto)</b>
<b>Mediciones Validan las Predicciones</b>	Historial Resultados y Análisis	Cuenta con un historial robusto de pruebas y el análisis valido las predicciones de comportamiento planteadas. Ambos conceptos son expuestos de manera clara y ordenada	Historial de pruebas robusto y predicciones validadas por análisis expuestos de manera poco clara y poco ordenada.	Historial de Pruebas o validación de predicciones insuficiente.	No muestra historial de pruebas, y no valida predicciones.

<b>Simulación de Procesos</b>	Proceso Actual del Cliente y/o Usuario	Identifica nombre, actores y flujo del proceso, teniendo un único punto de inicio y al menos un punto de finalización.  El proceso está ordenado y sigue un flujo lógico entendible.	No identifica todos los elementos de un proceso o el proceso no está ordenado o no sigue un flujo lógico entendible.	No identifica todos los elementos del proceso y no está ordenado ni sigue un flujo lógico entendible.	No es capaz de identificar un proceso actual del cliente.
<b>Simulación de Procesos.</b>	Proceso con Producto	Identifica proceso actual del cliente y punto o actividades de impacto que tendría su producto en el proceso.  El proceso se ve optimizado en algún aspecto y considera orden y lógica de actividades.	Identifica proceso actual del cliente, pero la actividad de impacto del producto no es clara.  El proceso considera orden y claridad	Identifica de manera poco clara el proceso actual del cliente y el impacto de su producto en él.  El orden y la lógica del proceso no es óptima	No es capaz de identificar ni el proceso actual del cliente ni el impacto que tendría su producto.
<b>Prototipo en entorno controlado</b>	Función	Se definen todas las variables a medir y el prototipo las realiza y cambia sus resultados al modificar las variables.	El prototipo no mide todas las variables, pero su comportamiento es bueno al cambiar la medición al ser modificada una o más variables.	El prototipo mide o no todas las variables, pero no cambia su comportamiento al modificarlas.	No es capaz de definir las variables a medir y a su prototipo no las mide ni cambia su comportamiento.
<b>Modelo Económico</b>	Identificación	Se identifican claramente factores que determinan la demanda y oferta de su producto, graficados en la curva de oferta-demanda	Se identifican parcialmente los factores que determinan la demanda y oferta de su producto, graficados en la curva de oferta-demanda.	Se identifica de manera poco clara los aspectos que determinan la oferta y demanda sin grafico de apoyo.	No es capaz de identificar factores determinantes de oferta y demanda de su producto.

<b>Ciclo de Vida del Producto</b>	Identificación	Identifica de manera clara las fases del ciclo de vida del ciclo del producto. Entiende el comportamiento de su empresa, producto y mercado en cada una de ellas.	Identifica de manera clara las fases del ciclo de vida del ciclo del producto. Entiende el comportamiento de su empresa, producto y mercado en cada una de ellas.	Identifica de manera poco clara las fases del ciclo de vida del ciclo del producto. Sin mencionar el comportamiento de la totalidad de los actores, producto, mercado y empresa.	No es capaz de identificar el ciclo de vida del producto.
-----------------------------------	----------------	---	---	--	---

*Tabla 10. Rúbrica Sugerida para el Nivel 5 de la TRL para Evaluación de un Producto basado en IoT*

<b>Entregable</b>	<b>Criterio</b>	<b>Sobresaliente (4 puntos)</b>	<b>Bueno (3 puntos)</b>	<b>Adecuado (2 puntos)</b>	<b>Deficiente (1 punto)</b>
<b>Modelo de Proceso Validado</b>	Proceso actual del cliente y/o usuario	Identifica proceso actual del cliente y punto o actividades de impacto que tendría su producto en el proceso. El proceso se ve optimizado en algún aspecto y considera orden y lógica de actividades. El proceso está validado por las mediciones realizadas y estimaciones del prototipo.	No identifica todos los elementos de un proceso o el proceso no está ordenado o no sigue un flujo lógico entendible. El proceso está validado.	No identifica todos los elementos del proceso y no está ordenado ni sigue un flujo lógico entendible. El proceso no está validado	No es capaz de identificar un proceso actual del cliente.
<b>Modelo de Proceso Validado</b>	Proceso con Producto	Identifica el proceso actual del cliente y punto o actividades de impacto que tendría su producto en el proceso.  El proceso se ve optimizado en algún aspecto y considera orden y lógica de actividades.  El proceso está validado por las mediciones realizadas	Identifica proceso actual del cliente, pero la actividad de impacto del producto no es clara.  El proceso considera orden y claridad.  El proceso está validado por las mediciones realizadas y	Identifica de manera poco clara el proceso actual del cliente y el impacto de su producto en él.  El orden y la lógica del proceso no es la óptima. El proceso no se encuentra validado.	No es capaz de identificar ni el proceso actual del cliente ni el impacto que tendría su producto.

		y estimaciones del prototipo.	estimaciones del prototipo.		
<b>Prototipo en entorno real (VIDEO)</b>	Función	El prototipo cumple con medir todas las variables que dice medir en un ambiente real o idéntico a este.	El prototipo no mide todas las variables, pero su respuesta es adecuada en un ambiente real o idéntico a este.	El prototipo mide o no todas las variables y su respuesta no es buena. No está ubicado en un ambiente real.	No es capaz de definir las variables a medir y su prototipo no las mide ni cambia su comportamiento.
<b>Modelo Económico Validado</b>	Identificación	Se identifican claramente factores que determinan la demanda y oferta de su producto o servicio, teniendo como gráfico la curva de oferta y demanda. El modelo es validado por al menos un estudio importante.	Se identifican parcialmente los factores que determinan la demanda y oferta de su producto, graficados en la curva de oferta-demanda. El modelo es validado por al menos un estudio importante.	Se identifican de manera poco clara los aspectos que determinan la oferta y demanda si gráfico de apoyo.  El modelo no es validado.	No es capaz de identificar factores determinantes de oferta y demanda de su producto.
<b>Ciclo de Vida del Producto Validado</b>	Identificación	Identifica de manera clara las fases del ciclo de vida del producto y comportamiento de su empresa, producto y mercado. El modelo se valida con casos similares y estimaciones.	Si identifica parcialmente las fases del ciclo de vida del producto y el comportamiento de su empresa, producto y mercado. El modelo se valida con casos similares y estimaciones.	Se identifica de manera poco clara las fases del ciclo de vida del producto sin mencionar el comportamiento de los actores (producto, mercado y empresa). El modelo no es validado.	No es capaz de identificar el ciclo de vida del producto.

### 4.3. Metodología de La Ideación “Desing Thinking”

Al trabajar en desarrollar un producto de IoT para algún cliente específico en un determinado sector nos encontramos con un desafío principal, donde la autocrítica determina que lo que pretende resolver nuestro ingeniero no es lo que quiere ser resuelto por nuestro cliente final. De alguna manera, varios entes de un grupo multidisciplinario deberán trabajar de alguna manera en lo que llamamos finalmente producto.

El desarrollo práctico de los dos proyectos que llevamos a cabo en las áreas de Telemedicina y Salmonicultura, se debió escuchar a todos los interesados, llevarlos a discutir en base a una metodología para poder terminar desarrollar el proyecto. La metodología base sobre la cual todos hablaban es “Desing Thinking”. En última instancia, no es algo difícil de realizar, lo difícil es aceptar que se necesita una metodología básica del diseño para poder construir un producto y que la ingeniería electrónica es sólo un porcentaje del desarrollo.

Haremos una breve descripción de lo que es y cómo resultó en nuestro proyecto comercial práctico. Tomaremos la guía traducida por Lantern del Instituto de Diseño de Standford, acerca del proceso del Design Thinking, donde al principio se describe la mentalidad del diseñador (Standford, 2009),<sup>9</sup> (Pineda, D.M 2015) <sup>10</sup> para ser explicada en el marco de nuestro proceso constructivo:

1. No lo digas, muéstralo. Se trata de comunicar la visión de una forma que a otros impacte.
2. Enfócate en los valores humanos. La idea es lograr empatizar con el usuario para el diseño se requiere.
3. El arte de la claridad. Algunos temas resultan confusos, aquí la tarea es elaborar una visión coherente de estos temas para permitir que sean otros quienes ayuden a resolver el problema.
4. Cultura de Prototipos. Cada vez que se fabrica un prototipo, un universo de usos o desusos se abre campo, llevando la tarea de prototipar como parte integral del proceso de innovación.

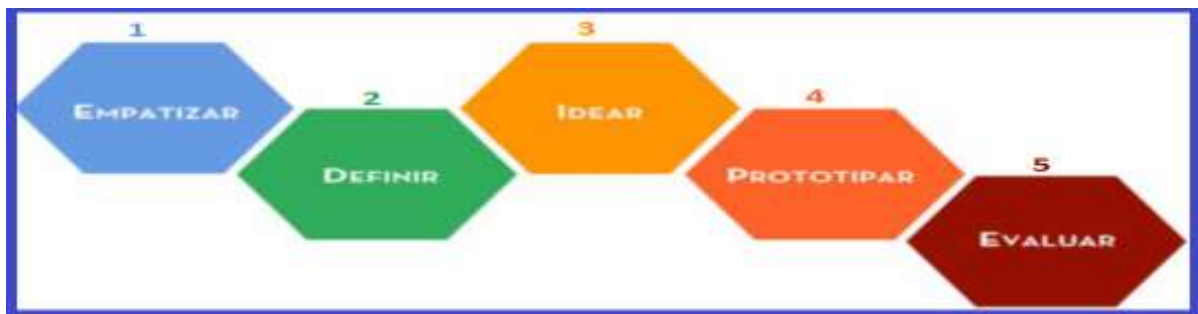
---

<sup>9</sup> (Standford, I O 2009)[en línea] [http://fen.postgradouchile.cl/iss2015/espana/Bootcamp\\_bootleg\\_Spanish.pdf](http://fen.postgradouchile.cl/iss2015/espana/Bootcamp_bootleg_Spanish.pdf)

<sup>10</sup> (Pineda,D.M, 2015). *Tendencias en América Latina y su potencialidad para el crecimiento empresarial*

5. Se consciente del proceso. El diseñador debe conocer el proceso de diseño, en cada punto debe integrar los métodos de cada fase.
6. Incita a la acción. El acto de pensar puede abrir universos de funciones de nuestro producto, sin embargo, en nuestro prototipado rápido para llegar a un elemento comercial la palabra clave es “hacer”, así que luego de un pensamiento se debe proceder a la fabricación, siendo el proceso de fabricación calificado por la practicidad en la elaboración.
7. Colaboración Radical. La visión del ingeniero está restringida por un mundo funcional, así que sean otros innovadores con distintos antecedentes quienes den su punto de vista.

Ahora bien, el Design Thinking tiene cinco pasos básicos que también describiremos:



*Ilustración 8. Pasos Básicos para el Design Thinking*

**Empatizar:** Según el lenguaje popular de los amantes de las ventas, crear innovaciones en producto se necesita conocer a sus usuarios y preocuparte de sus vidas. Tomando la definición de la guía de referencia del Design Thinking (Standford, 2009)<sup>11</sup>, la empatía se trata de vincularse con el usuario Observándolo, Interactuando con él y Sumergirse reemplazando al usuario por el diseñador en las mismas actividades.

**Definir:** Una vez el diseñador “se ha puesto los zapatos del usuario”, tiene la experiencia suficiente para determinar el problema real existente. Definir termina siendo la determinación del problema de manera clara cumpliendo con los criterios necesarios del equipo de trabajo.

<sup>11</sup> Standford, I O 2009)[en línea] [http://fen.postgradouchile.cl/iss2015/espana/Bootcamp\\_bootleg\\_Spanish.pdf](http://fen.postgradouchile.cl/iss2015/espana/Bootcamp_bootleg_Spanish.pdf)

**Idear:** El problema a resolver puede tener varias soluciones, algunas más económicas, otras más costosas pero funcionales, otras excelentes pero irrelevantes. Para poder dar una calificación acerca de las posibles soluciones, necesariamente se necesita generar estas posibilidades, esto es idear.

**Prototipar:** A nivel del proceso constructivo del producto en IoT, se pasan por dos momentos, el prototipo de baja calidad para evaluar algunas funcionalidades del producto y luego una segunda etapa de prototipado donde se debe llegar al producto mínimo viable. Finalmente, en la etapa constructiva del prototipo es donde surgen los cuestionamientos fundamentales de nuestro producto, siendo la evaluación del elemento el momento de aprender.

**Evaluar:** Cuando se presenta nuestro prototipo a los usuarios, son ellos quienes dan la calificación del equipo dado el uso específico. Es la oportunidad para conceder al producto su alcance final, así determinando nuevas versiones para solucionar otros tipos de desafíos.

#### **4.4. Resultado Práctico usando Metodología Design Thinking en tres desarrollos comerciales de prueba**

##### **4.4.1. Caso Salmoloro**

El proyecto base de esta memoria es una aplicación para los acuicultores de Salmones. El resultado práctico de diseñar con un cliente con poco tiempo requiere tener una comunicación fluida para poder llenar una serie de encuestas. La información colectada debe ser analizada para determinar la característica del producto que satisficiera una necesidad. Luego, la construcción del software y hardware debe ser diseñada para cumplir con esa necesidad, entregando un nivel de abstracción total de toda la ingeniería que existe detrás del desarrollo.

##### **4.4.1.1. Elementos de construcción del prototipo de Alta Fidelidad**

Durante el proceso constructivo, realizamos una investigación de sensores para determinar la viabilidad de desarrollo del prototipo de alta fidelidad, se requería una combinación de sensores, elementos de adecuación de señal y sistemas de procesamiento. Por lo tanto, todos los elementos debían ajustarse perfectamente. Las opciones que evaluar eran las siguientes:

1. Sensores industriales tipo Honeywell, Rockwell.
2. Sensores de Atlas Scientific.
3. Sensores Libelium.

Al analizar las tres opciones, se descartó incorporar sensores industriales debido su alto costo, su complejidad de integración y la necesidad de adquirir nuevos elementos que se salen del contexto de IoT; por ejemplo, si hablamos de sensores marca Honeywell, el primer punto de los sensores es una RTU, luego por protocolo LON llega a un TEMA server, el cuál es básicamente un computador industrial con un Linux cerrado hecho a la medida de Honeywell. Solo el servidor tenía la comunicación Beth para convertir datagramas a IP.

La tercera opción fue la que más nos gustó para los sensores industriales que medían calidad de agua. Los sensores tenían un costo moderado, la integración era bajo un equipo abierto que basaba su desarrollo en un Arduino específico. El problema que surgió era que el valor aún superaba nuestro presupuesto. La segunda opción fue la optada. Atlas Scientific realizan gran cantidad de sensores que fácilmente lo podíamos integrar a sistemas de procesamiento abierto como Arduino, Raspberry Pi, etc. Las calidades de los sensores nos parecían mejor que la calidad con Libelium. Además, cumplíamos con el presupuesto pactado de \$1.000.000 de pesos chilenos para su construcción.

Se presenta la tabla de elementos comprados que hacen referencia al hardware:

			<b>US</b>	\$ 700 CL
<b>Empresa</b>	<b>Cod.</b>	<b>URL del producto</b>	<b>\$ ó USD</b>	<b>Justificación</b>
Los elementos referidos a la empresa Atlas-Scientific están en <a href="http://www.atlas-scientific.com/">http://www.atlas-scientific.com/</a>				
Atlas Scientific	ENV-40-pH	<a href="http://www.atlas-scientific.com/product_pages/probes/pH_probe.html">http://www.atlas-scientific.com/product_pages/probes/pH_probe.html</a>	72	Sensor de PH en continuo a bajas profundidades
Atlas Scientific	SEN-201T	<a href="http://www.atlas-scientific.com/product_pages/probes/env-tmp.html">http://www.atlas-scientific.com/product_pages/probes/env-tmp.html</a>	25	Sensor de temperatura para ambientes hostiles



Atlas Scientific	EZO_pH	<a href="http://www.atlas-scientific.com/product_pages/circuits/ezo_ph.html">http://www.atlas-scientific.com/product_pages/circuits/ezo_ph.html</a>	38	Adaptador del sensor de PH a tarjeta que captura las señales del sensor
Atlas Scientific	CHEM_pH-7	<a href="http://www.atlas-scientific.com/product_pages/chemicals/ph7.html">http://www.atlas-scientific.com/product_pages/chemicals/ph7.html</a>	9	Calibra el sensor de PH a un valor pH 7.00
Atlas Scientific	KIT-103D	<a href="http://www.atlas-scientific.com/product_pages/kits/dokit.html">http://www.atlas-scientific.com/product_pages/kits/dokit.html</a>	257,45	Sensor, circuito y calibrador de Oxígeno Disuelto
Atlas Scientific	EC-KIT-10	<a href="http://www.atlas-scientific.com/product_pages/kits/ec_kit.html">http://www.atlas-scientific.com/product_pages/kits/ec_kit.html</a>	217,55	Sensor, circuito y calibrador de salinidad (conductividad eléctrica)
White Box Labs	TEN-SH	<a href="http://www.atlas-scientific.com/product_pages/components/tentacle-shield.html">http://www.atlas-scientific.com/product_pages/components/tentacle-shield.html</a>	115	Agrupador sensores
				Valor en CH\$
		Total en US	734	535820
			590	430700

*Ilustración 9. SALMOLORO ONLINE*

#### **4.4.1.2. Diagrama de bloques de la Solución en Hardware**

El elemento que más exigía en desarrollo de hardware es el Datalogger de Salmoloro. Tomando como base los elementos adquiridos para el Datalogger, se presenta el diagrama de bloques general.

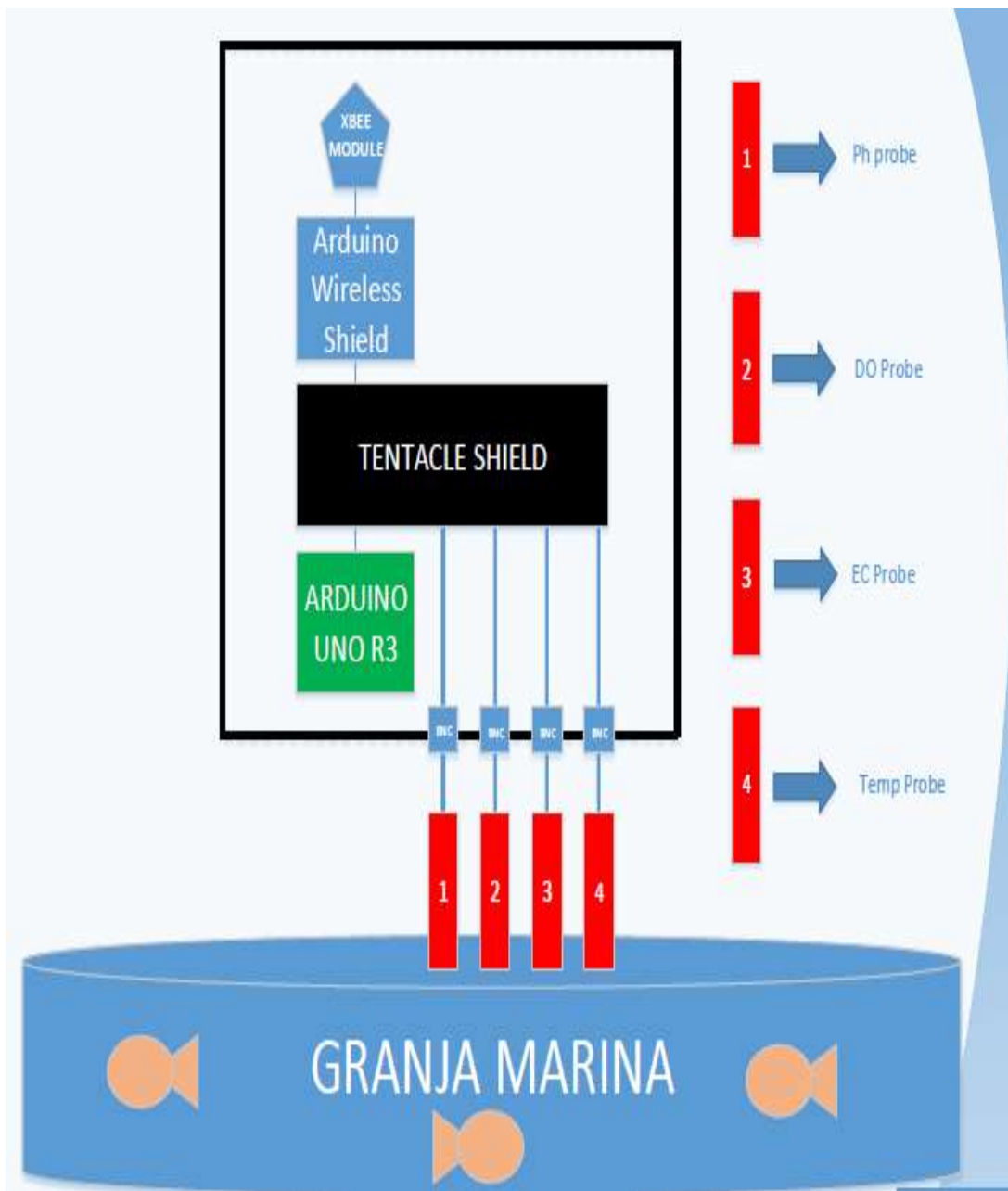


Ilustración 10. Diagrama de Bloques de la Solución en Hardware

#### 4.4.1.3. Software utilizado en el desarrollo del proyecto Salmoloro

La siguiente tabla es una descripción del software referido para cada uno de los elementos utilizados durante el prototipo de alta fidelidad. La diferenciación entre Datalogger y Fog se hace para diferenciar los distintos puntos de hardware que componen la unidad.

Tabla 11. Software Utilizado en el Desarrollo Salmoloro

Elemento	Nombre Equipo	Vendor	Software/Firmware
Datalogger	Tarjeta Arduino 1 Rev. 3	DFRobot	Salmoloro Software written en C++
	Tentacle Shield	WhiteboxLabs	N/A
	I/O Expansion Shield v.7	DFRobot	N/A
	EZO pH Circuit	Atlas Scientific	I2C Firmware
	EZO Dissolved Oxygen Circuit Circuit	Atlas Scientific	I2C Firmware
	EZO Conductivity Circuit	Atlas Scientific	I2C Firmware
	EZO RTD Circuit	Atlas Scientific	I2C Firmware
	PT-1000 Temperature Probe	Atlas Scientific	N/A
	Conductivity Probe K 10	Atlas Scientific	N/A
	Dissolved Oxygen Probe	Atlas Scientific	N/A
	pH Probe	Atlas Scientific	N/A
	XBEE S2 Radio Module	Digi International	Zigbee Coordinator AT Version 20A7
	USB Cable 2.0 Rev. B	Generic	N/A
	Battery Model K-MP816	KMASHI	N/A
FOG	Raspberry PI B+ V1	Raspberry PI Foundation	Salmoloro Software written un Python running on Raspbian
	XBEE USB Adapter V2.0	DFRobot	N/A
	XBEE S2 Radio Module	Digi International	Zigbee Router AT Versio 20A7
	USB Cable 2.0 Rev Micro-B	Generic	N/A
	Battery Model K-MP816	KMASHI	N/A

El dashboard y base de datos estaba en un entorno servidor. El software utilizado es el siguiente:

*Tabla 12. Software Desarrollado*

<b>Elemento</b>	<b>Nombre</b>	<b>Versión</b>
Servidor	Sistema Operativo	Centos 6.7 64 bit (Linux)
	Base de Datos	MySQL 5.1.73
	Web Server	Apache 2.2
App	Salmoloro Dashboard	PHP 5.3.3, HTML 5, JavaScript 1.8.5, Bootstrap 2, JQuery 1.11 y Fusion Charts (demo).
	Salmoloro Restful Service	PHP 5.3.3

#### **4.5. Diagramación y Prototipado Rápido para la App Móvil**

El capítulo de las aplicaciones móviles es relevante para todo tipo de público que busca tener un prototipo comercial de un elemento de IoT, en especial, a nivel de opinión de lo que se pudo percibir durante el concurso Chile- Prende 2015-2016, tiene gran acogida para quienes no tienen experiencia en desarrollo móvil.

Nuevamente el “Diseño” toma relevancia. Se deben explorar metodologías propias para el diseño, pues finalmente son las “cosas” el elemento principal, la electrónica son facilitadores, las aplicaciones móviles son una interface que se tiene con el usuario objetivo.

#### **4.6. Justificación estadística de las Tendencias de Desarrollos Móviles**

El reporte de la empresa británica Visión Mobile (Bill Ray, 2017)<sup>12</sup> acerca del estado de los desarrolladores arroja datos donde demuestra la influencia de los desarrolladores en la adopción de la tecnología. Lo característico de este dato se verá en el mismo informe,

<sup>12</sup> *State of the developer nation Q3. Visión Mobile.* London: Developer Economics.

pues los emprendedores tecnológicos son la base de la revolución.

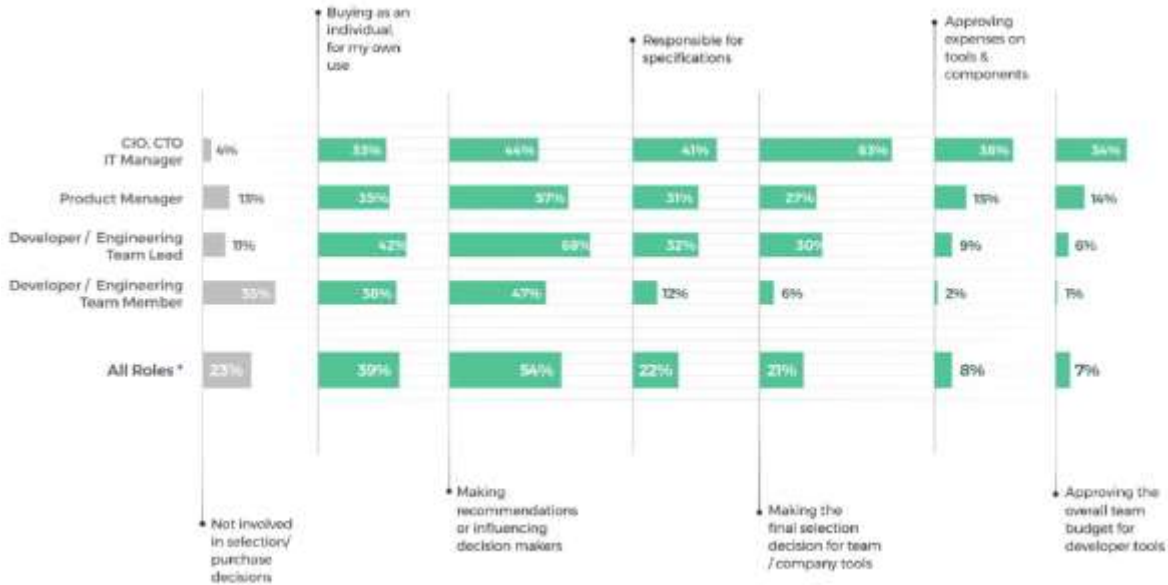
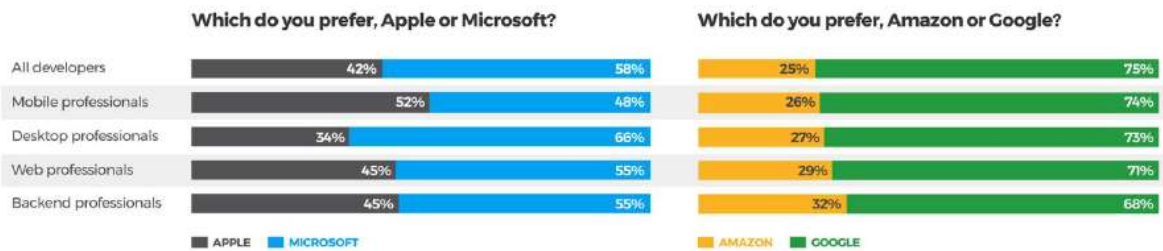


Tabla 13. Influenciadores de tendencia tecnológica.

En el mismo reporte que tenemos como referencia estadística (Bill Ray, 2017), se hace una presentación de cómo es la adopción de las herramientas alojadas en las plataformas de desarrollo. Lo que es muy notorio es que para el año 2017 ya se asumió el procesamiento del IoT en las plataformas de cómputo del mercado.



Mobile platforms targeted by professionals based on service preference

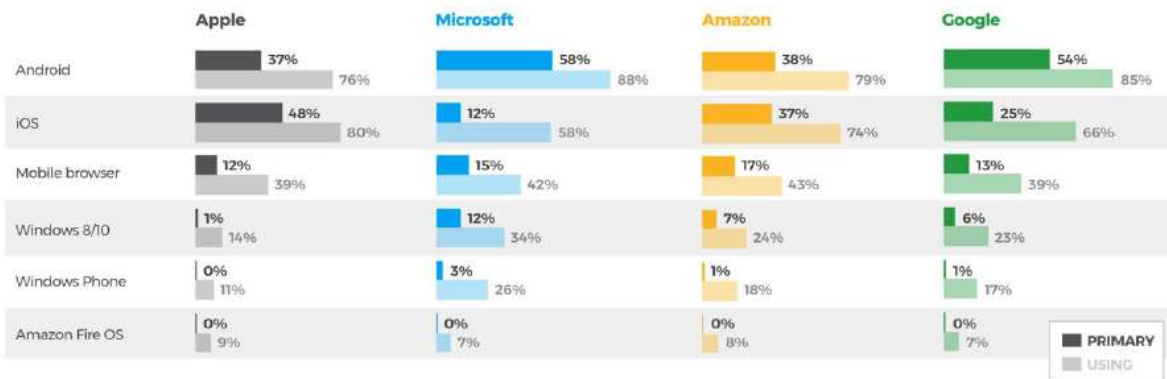


Ilustración 11. Preferencias de plataformas para alojar desarrollos

De los elementos que nos conciernen en IoT, el mismo informe del 2015 se presenta una infografía de los desarrollos en IoT. El lugar que más se tiene desarrollo tanto a nivel de hardware como software son los hogares inteligentes. Aún a nivel de desarrollador, existe un 26% de programadores que no saben quién es su audiencia.

## IOT: LOTS OF SOLUTIONS STILL LOOKING FOR THE RIGHT PROBLEMS

Almost 50% of IoT developers now build software-only solutions, the rest are building "Things" but who are they building them for?

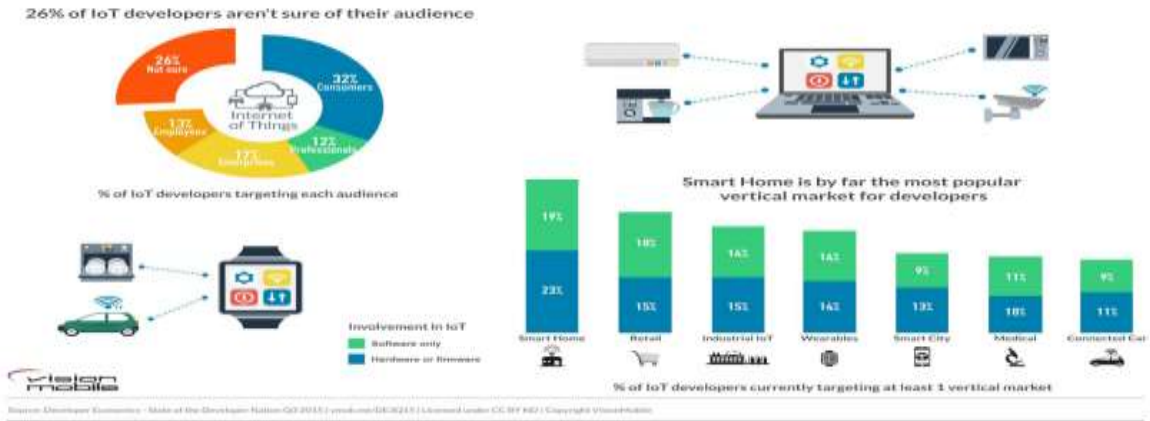
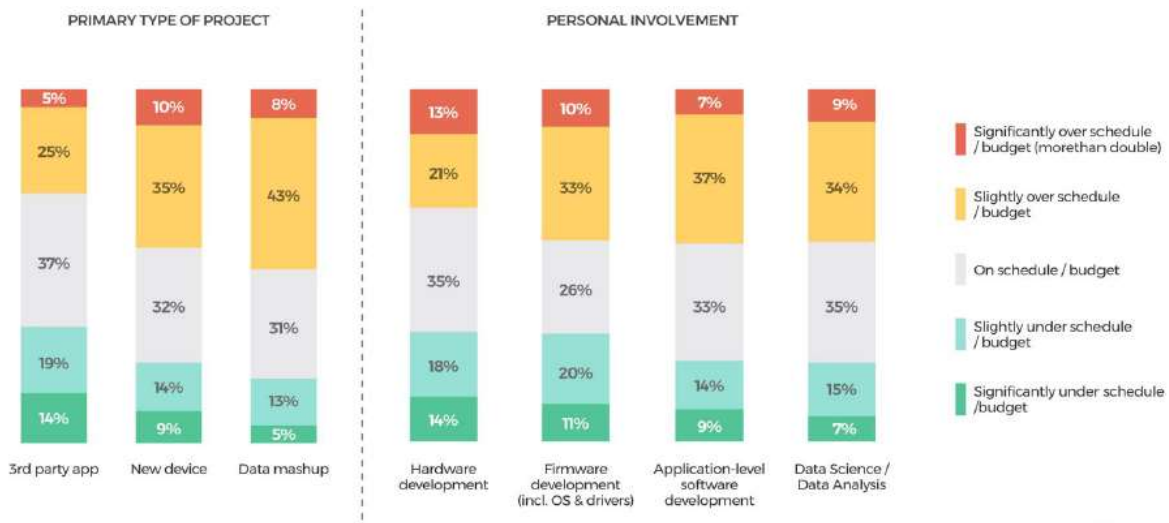


Ilustración 12. IOT Lots of Solutions Still Looking for the Right Problems.

En el año 2017, el citado informe indaga en los proyectos de IoT ya realizados, los cuales fueron desarrollados entre los años 2015 al 2017. En este caso, muestran las relaciones de Tiempo vs Presupuesto de los proyectos realizados. Como corolario del análisis se puede inferir que los desarrolladores están en plena etapa de maduración de proyectos IoT, donde no cabe discusión acerca de la tendencia del IoT en la industria, sino que es un hecho asumido y los desarrolladores del mundo están aprendiendo a ubicar los proyectos IoT en los segmentos económicos.



slash data

Ilustración 13. Relación de Tiempo/presupuesto en proyectos IoT

#### 4.7. Metodología de desarrollo para Aplicaciones Móviles focalizando en el Prototipado Rápido

Es necesario entender que cada persona tiene una necesidad de aplicaciones móviles distinta. La gran cantidad de aplicaciones en el mercado, las necesidades de cada quién realizan una selección, y aun así no se encuentra lo que el usuario necesita. La necesidad es la cuna del nacimiento de una aplicación móvil, sin embargo, para las aplicaciones existentes que no cumple todas las funciones es una generación de dudas.

Aunque algo de tecnología debe saber quién se involucre en un desarrollo móvil, se deben tener respuestas a los siguientes cuestionamientos:

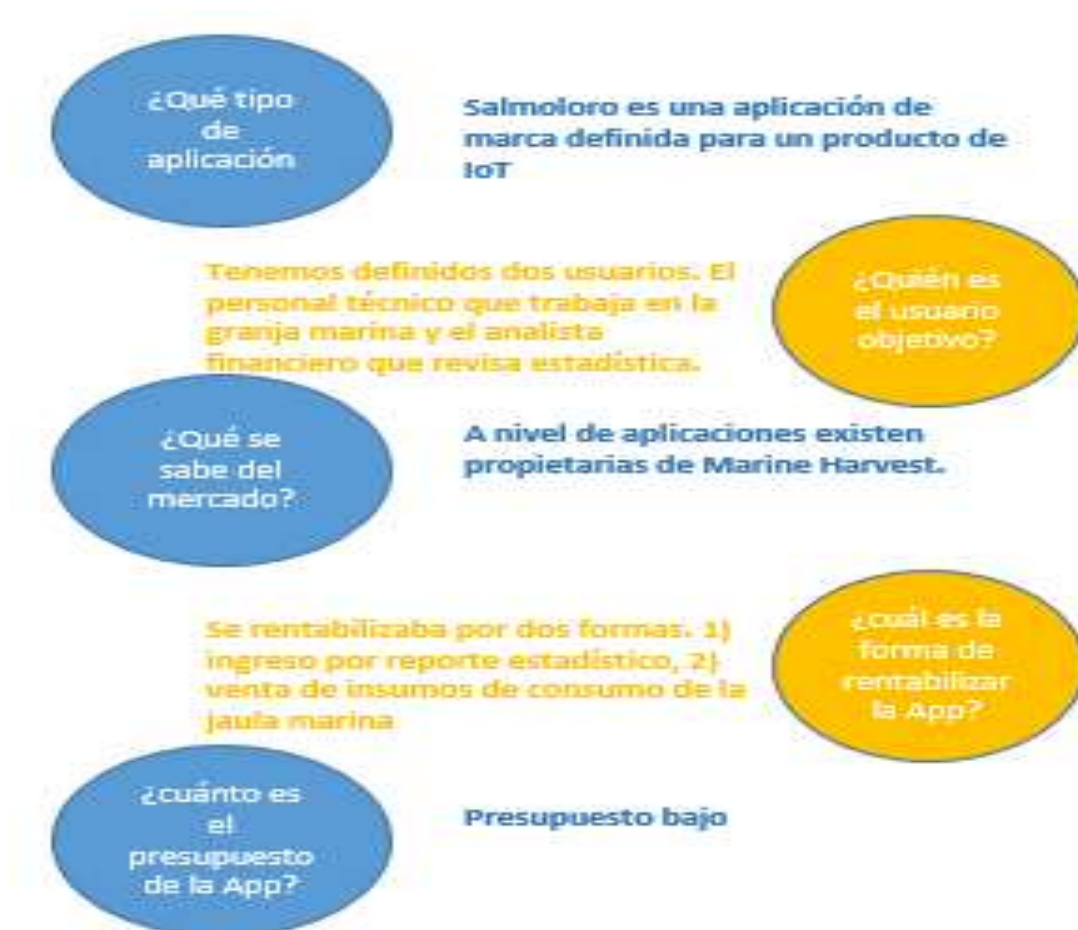


Ilustración 14. Cuestionamiento para el Desarrollo Móvil



#### 4.7.1. Diseño de las diferentes presentaciones: Boceto y Wireframing



Ilustración 15. Diseño de Presentaciones Boceto y Wireframing

A pesar de que los desarrolladores de aplicaciones están acostumbrados a lidiar con diferentes diseños de apps, solicitando al cliente toda la información necesaria antes de crear una app, lo mejor es adelantarse con un boceto para ir canalizando las ideas. Wireframing es el proceso de crear una maqueta o prototipo de la aplicación. Existen muchas herramientas online para crear de prototipos de apps. Las más populares son *Balsamiq*<sup>1</sup>, *Moqups*<sup>2</sup>, y *HotGloo*<sup>3</sup>, que te permiten colocar y estructurar todos los datos y gráficos representativos en su lugar, además de añadir funcionalidad con la colocación de botones, de modo que puedes navegar a través de tu aplicación.

A nivel de proceso de construcción con el cliente, los bocetos son el plan B, que dependiendo de los conocimientos del cliente puede ser mejor que un Wireforming. Se recomiendan las siguientes:

1. **Justinmind:** es potente e idónea para diseñadores freelancers
2. **Concept Inbox:** muy reciente pero efectiva
3. **Fluid UI:** tiene un entorno muy intuitivo. Permite prototipos Android e iOS
4. **Antetype:** Busca el nivel más alto del diseño. Para profesionales.
5. **NinjaMock:** con un acabado en lápiz, prototipos más informales. Ideal para clientes
6. **Invision:** La herramienta gratuita más potente. Permite el prototipado colaborativo.

### 4.7.2. Creación del guion gráfico “Storyboard”

El objetivo es crear con el cliente una conectividad de imágenes con funciones en las diferentes vistas de la aplicación. Se define cómo el usuario navegará a través de la aplicación.



Ilustración 16. Guion Storyboard

### 4.7.3. Tendencias en diseño de Aplicaciones Móviles

Se vuelve recurrente el tema del diseño. En cada aspecto del prototipo IoT, el elemento, la integración de los sensores, el software para PC a nivel de dashboard, y también para la aplicación móvil.

De todos los temas vistos, se encuentran dos a nivel práctico: FLAT DESIGN o diseño plano y el diseño de profundidad o skeuomorfismo. Se entiende por ser diseños simples con líneas claras.



*Ilustración 18. Skeuomorfismo o Diseño Complejo*

#### **4.7.4. Skeuomorfismo o Diseño Complejo**

Mientras se desarrollaba el proyecto, el Skeuomorfismo apareció como tendencia. Se trata de diseños complejos donde las imágenes parecen tener profundidad y perspectiva.

#### 4.7.5. Sistemas Operativos y Lenguajes de Programación

El elemento IoT de prototipado rápido debe estar en ejecución bajo el sistema operativo que el cliente utilice que en su aspecto tenga la mayor cuota de su mercado.

SO	Conclusión del equipo programador
Android	Dada la penetración del mercado, es obligatorio que la aplicación corra en este SO
iOS	Depende del nivel de aplicación. Si el cliente tiene uso de elementos de Apple, se debe analizar la posibilidad de desarrollo.
Windows Phone	Para aplicaciones industriales, muchos de los equipos tienen el sistema operativo de Microsoft.
BlackBerry	Solamente será útil tener tu app en este mercado cuando hayas dominado los anteriores.
Symbian, Ubuntu Touch y Firefox OS	Desarrollos especializados. Sin embargo, si la aplicación es de talla mundial, se tiene como referencia que Facebook o WhatsApp se basa en estos SO.

*Tabla 14. Sistemas Operativos y Lenguajes de Programación*

#### 4.7.6. Desarrollo Multiplataforma

Habilita la posibilidad de crear apps móviles para varios sistemas a partir de un mismo desarrollo original. Estos desarrollos no son nativos.

**Web Apps:** Este tipo de apps están programadas en HTML5, CSS y JQuery Mobile, entre otros. A nivel de prototipado rápido, se tienen limitaciones para usos de sensores Smartphone, sin embargo, para comunicación con otro elemento, es lo más rápido.

El Framework más utilizado para este tipo de desarrollo es PhoneGap, para el que buscar desarrolladores de apps multiplataforma con experiencia en PhoneGap será una buena opción.

**Apps interpretadas:** En este caso, la aplicación móvil interpretada es programada y luego es traducida al lenguaje de programación del terminal.

#### 4.7.7. Creación y Programación de la APP

Según el portal <https://www.lancetalent.com/blog/tipos-de-aplicaciones-moviles-ventajas-inconvenientes/> las aplicaciones nativas, las aplicaciones web o las aplicaciones híbridas, tienen sus ventajas y desventajas.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"><li>• Acceso completo al dispositivo</li><li>• Mejor experiencia del usuario</li><li>• Visibilidad en APP Store</li><li>• Envío de notificaciones o "avisos" a los usuarios</li><li>• La actualización de la app es constante</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diferentes habilidades / idiomas / herramientas para cada plataforma de destino</li><li>• Tienden a ser más caras de desarrollar</li><li>• El código del cliente no es reutilizable entre las diferentes plataformas</li></ul>

*Ilustración 17. App Nativa*

Una aplicación nativa es la que se desarrolla de forma específica para un determinado sistema operativo, llamado "Software Development Kit" o SDK. Cada una de las plataformas, Android, iOS o Windows Phone, tienen un sistema diferente, por lo que si quieres que tu app esté disponible en todas las plataformas se deberán de crear varias apps con el lenguaje del sistema operativo seleccionado.

Siendo así:

1. Las apps para iOS se desarrollan con lenguaje Objective-C
2. Las apps para Android se desarrollan con lenguaje Java
3. Las apps en Windows Phone se desarrollan en .Net

La principal ventaja con respecto a los otros dos tipos es la posibilidad de acceder a todas las características del hardware del móvil: cámara, GPS, agenda, dispositivos de almacenamiento y otras muchas. Si se habla de sensores o elementos actuadores, las

nativas se presentan como la mejor alternativa. Por otro lado, al ser propia, pueden funcionar sin Internet.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El mismo código base reutilizable en múltiples plataformas</li> <li>• Proceso de desarrollo más sencillo y económico</li> <li>• No necesitan ninguna aprobación externa para publicarse (a diferencia de las nativas para estar visibles en app store)</li> <li>• El usuario siempre dispone de la última versión</li> <li>• Pueden reutilizarse sitios "responsive" ya diseñados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere de conexión a internet</li> <li>• Acceso muy limitado a los elementos y características del hardware del dispositivo</li> <li>• La experiencia del usuario (navegación, interacción...) y el tiempo de respuesta es menor que en una app nativa</li> <li>• Requiere de mayor esfuerzo en promoción y visibilidad</li> </ul>

*Ilustración 18. Web App*

Una aplicación web o web App es la desarrollada con lenguajes conocidos como HTML, JavaScript y CSS. La principal ventaja con respecto a la nativa es la posibilidad de programar independiente del sistema operativo en el que se usará la aplicación. Las aplicaciones web se ejecutan dentro del propio navegador web del dispositivo a través de una URL. Las apps web móviles son siempre una buena opción si nuestro objetivo es adaptar la web a formato móvil.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es posible distribuirla en las tiendas de iOS y Android.</li> <li>• Instalación nativa pero construida con JavaScript, HTML y CSS</li> <li>• El mismo código base para múltiples plataformas</li> <li>• Acceso a parte del hardware del dispositivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia del usuario más propia de la aplicación web que de la app nativa</li> <li>• Diseño visual no siempre relacionado con el sistema operativo en el que se muestre</li> </ul>

*Ilustración 19. Desarrollo con HTML*

Una aplicación híbrida es una combinación de las dos anteriores, se podría decir que recoge lo mejor de cada una de ellas. Las apps híbridas se desarrollan con lenguajes

propios de las WebApp, es decir, HTML, JavaScript y CSS por lo que permite su uso en diferentes plataformas, pero también dan la posibilidad de acceder a gran parte de las características del hardware del dispositivo. La principal ventaja es que, a pesar de estar desarrollada con HTML, Java o CSS, es posible agrupar los códigos y distribuirla en app store. PhoneGap es uno de los frameworks más utilizados por los programadores.

¿Cuál es la mejor elección?

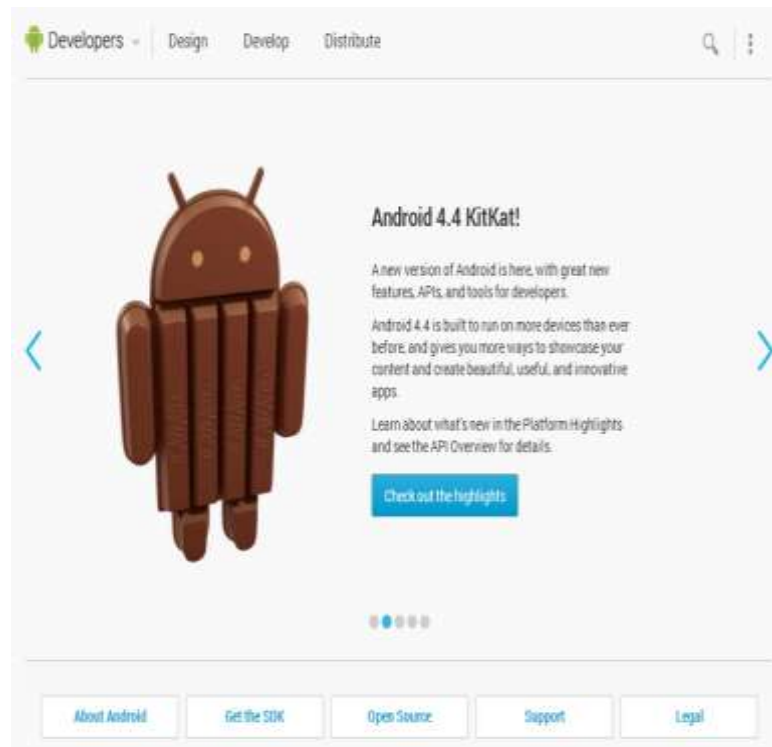
Para seleccionar el tipo de app más adecuada en tu situación, deberás analizar las ventajas e inconvenientes de cada una y responder a varias preguntas:

1. ¿Cuánto costo estás dispuesto a asumir?
2. ¿Quieres aprovechar las funcionalidades del dispositivo (GPS, cámara...) o no lo necesitas?
3. ¿Cuál es el público al que se dirigirá tu app?
4. ¿Necesitas un diseño complejo y muy personalizado?
5. ¿Quieres incluir notificaciones en tu app?
6. ¿Tienes previsto modificar las acciones de la aplicación móvil o incorporar más funciones en el futuro?

#### **4.7.8. Estrategia de programación de una aplicación nativa, web o híbrida.**

##### **4.7.8.1. Desarrollando la aplicación nativa**

A nivel de taller para el rápido prototipado se sugiere programar una aplicación nativa para Android usando Java, usando los enlaces de tutoriales propios como el dejado en el siguiente enlace. <http://developer.android.com/intl/es/about/versions/lollipop.html>.

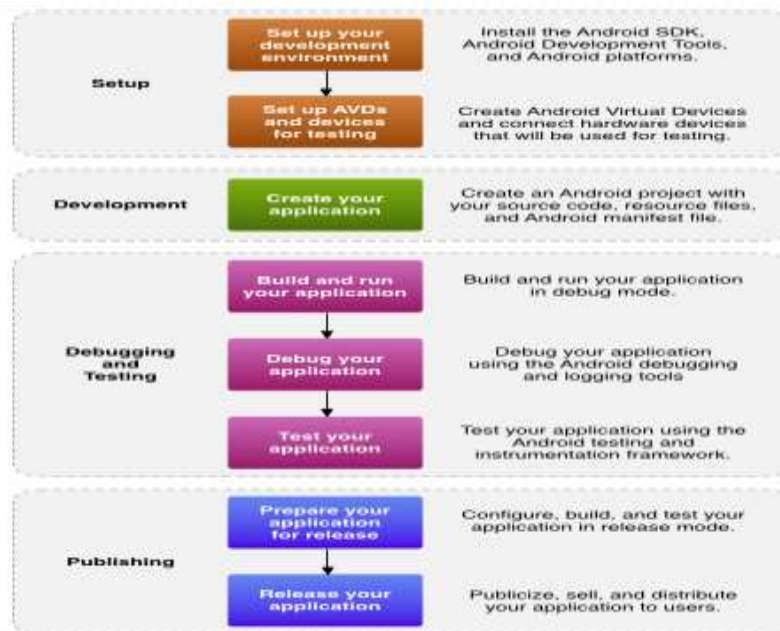


*Ilustración 20. Programación Android usando Java*

Lo que se requiere para programar un proyecto nativo en Android es:

1. La forma como se instala el entorno de programación explicado en la bibliografía (El Android libre, 2014)
2. Los pasos para el desarrollo de la aplicación explicado en la bibliografía (Developer for Android, 2014)
3. El uso del Android Studio a través de un Workflow explicado en la bibliografía (Android Studio, 2013).





*Ilustración 21. Requerimientos para Programar en Android*

#### 4.7.8.2. Desarrollando la Aplicación Híbrida

Para prototipar rápido se requiere conocer frameworks populares en el entorno del equipo programador, se trata de Ionic y Phonegap.



*Ilustración 22. Herramienta Ionic*

Se trata de un SDK desarrollado como código abierto para crear aplicaciones móviles híbridas. A nivel técnico, los pasos se pueden seguir con videos de YouTube dejados en

la bibliografía de referencia. [https://youtu.be/\\_7q7qyVxgsk](https://youtu.be/_7q7qyVxgsk), <https://youtu.be/F0uHNkV4PDE>.



*Ilustración 23. Herramienta PhoneGap*

Al igual de Ionic la fortaleza de PhoneGap es su plataforma abierta. Se deja el siguiente enlace de referencia. <https://youtube/wOH4aGows40>.

#### **4.7.8.3. Test de la aplicación**

Al estar dentro del entorno del prototipo rápido se puede pretender que el test no es importante. El caso es que los usos y desusos son inimaginables por parte del emprendedor, así que evitar estados sin respuesta es fundamental. Para evitar este tipo de estados, también realizamos un prototipado rápido para el test de la App. Tomada de: <http://mobilelabsinc.com/solutions/mobile-app-testing/automated-mobile-app-testing/>



*Ilustración 24. Test de Aplicación*

Solidify y Framer son buenas aplicaciones de pruebas para poder probar la aplicación. Estas aplicaciones permiten importar el diseño de la aplicación y añadir enlaces donde sea necesario para probar el flujo de pantalla a pantalla.

#### **4.7.9. Web Services**

Los datos censados por la “cosa” deben ser transportados por una red de telecomunicaciones hasta un sistema de recolección de información. En caso de que estos datos puedan llegar a Internet, existen múltiples servicios de web que pueden ser contratados para alojar dichos datos. En caso de que la red sea cerrada, es necesario implementar un servicio web al interior de la red para almacenar y clasificar los datos. La bibliografía de los “Web Services” está en su mayoría publicada en Internet, siendo todos los sitios referenciados en esta memoria.

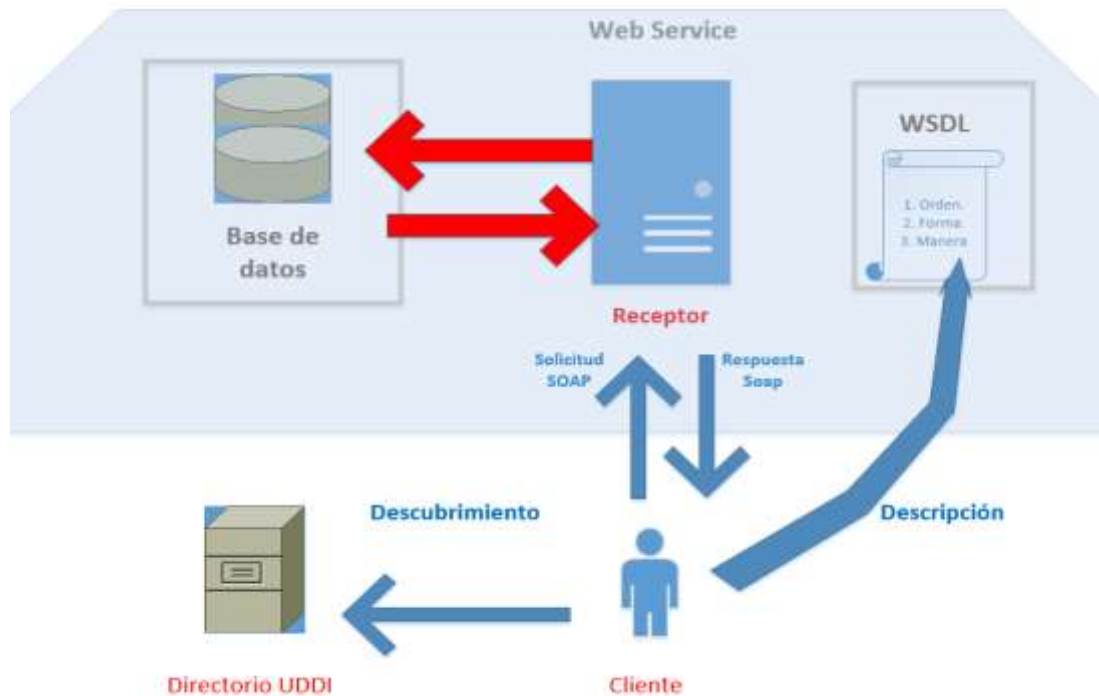
##### **4.7.9.1. Definición de Web Service**

Una definición consensuada del World Wide Consortium define un Web Service, como un sistema de software diseñado para soportar interacción interoperable máquina a máquina sobre una red. Este tiene una interface descrita en un formato procesable por una máquina (específicamente WSDL). Otros sistemas interactúan con los servicios web en una manera prescrita por su descripción usando mensajes SOAP, típicamente enviados usando HTTP con una concatenación serial XML en relación con otros estándares relacionados con la web”. (W3C Consortium., 2004) Una definición informal para Web Service es un conjunto de protocolos basados en estándares para intercambiar información de forma entendible entre las diferentes aplicaciones que se están comunicando. El gran objetivo de los webs servicios es encontrar interoperabilidad entre diferentes softwares que corren en entes diferentes. En el caso específico de los proyectos en prototipado rápido en IoT, el equipo más cercano al sensor debe guardar durante un periodo de tiempo los registros de los sensores, sin embargo, su capacidad de hardware limitada no permite un largo almacenamiento. Para poder disponibilizar los datos, el equipo recolector llamado “Datalogger” debe enviar los datos a otro computador con mayores capacidades, donde corre un Web Service. Al llegar los datos al computador con el Web Service, éste captura los datos, los organiza y los habilita de tal manera que una consulta de afuera pueda recibir los datos organizados.

Tomando la descripción de la autodenominada “El sitio web más grande de los desarrolladores” (W3Schools, 1996-2016) indica:

1. Un Web Service es un servicio alojado en la capa de aplicación
2. Un Web Service se comunica usando protocolos abiertos.
3. Un Web Service está auto contenido

4. Un Web Service puede ser descubierto usando UDDI.v Un Web Service pueden ser usadas por otras aplicaciones.
5. Los protocolos base son HTTP y XML.



*Ilustración 25. Web Service*

Al conjunto de servicios, protocolos y métodos de uso se llama “Web Service Protocol Stack”, conformado por cuatro subconjuntos:

- 1) Servicio de Transporte: Especifica el transporte de mensajes. (Machuca)
  - a. HTTP
  - b. FTP
  - c. SMTP
  - d. BEEP
  - e. JMS

- 2) Mensajería XML. Codificación de mensajes en XML estándar que puedan ser interpretados por los nodos de la red (Machuca)
  - a. REST (Representational State Transfer)
  - b. RPC (Remote Procedure Calls)
  - c. XML-RPC
  - d. XML (eXtensible Markup Language)
- 3) Descripción de Servicio. Se trata de la descripción pública de la interfaz descrita por el formato WSDL (Web Service Description Languages) (Machuca)
  - a. WSDL (Web Description Language)
- 4) Descubrimiento de Servicios. Es la forma de reconocer e integrar servicios.
  - a. UDDI (Universal Description Discover and Integration).

## 5. CAPÍTULO RESULTADOS DOCENTES

Dado que se presenta IoT como un curso, para los ingenieros que son la base del estudiantado del MIRC, se requiere un punto de vista diferente al de ingeniería propiamente para atacar el Internet de las Cosas, donde precisamente son las “cosas” el centro de la discusión.

Como resultado clave, los estudiantes entenderán que las tecnologías habilitantes de Electrónica y Software son características que el usuario final no nota, tampoco le atribuye el valor que desde el punto de vista de ingeniería podría tener. Las cosas deben cumplir una función que agregue valor, siendo los sensores, las plataformas, la aplicación móvil, características que se esperan que tenga.

### 5.1. Prerrequisitos Básicos del Curso

Los prerrequisitos básicos exigidos a los futuros alumnos del curso son los siguientes:

- Conceptos básicos de telecomunicaciones digitales inalámbricas
  - Conceptos básicos de redes de comunicación móvil.
  - Conceptos básicos de Internet móvil
  - Conceptos básicos de Wifi u otro sistema de comunicación inalámbrica.
- Arquitectura de redes
  - Conocimiento de elementos de red (router, switch, firewall, etc.)
- Conceptos de Modelo OSI y Modelo TCP/IP
  - Conocimientos de IP
- Conocimientos básicos de sistemas operativos
  - Windows y Linux para PC
  - Android y IOS para equipos móviles.
- Conocimientos básicos de electricidad
  - Circuitos eléctricos.
  - Voltaje, Potencia, Corriente.
  - Vdc y Vac.
- Conocimientos básicos de electrónica
  - Circuitos electrónicos.
  - Esquemas de micro-procesamiento.

## **5.2. Potencial Audiencia o Alumnos**

El punto de vista del IoT que se abordó en éste documentos es la “cosa” (Thing) como el eje de solución de una necesidad. En este orden de ideas, cualquier profesional que requiera implementar tecnologías de electrónica para su producto cabría en la audiencia.

Para efectos prácticos se selecciona la siguiente audiencia:

- Alumnos de MIRC con interés en esta rama.
- Profesionales y técnicos de los operadores de telecomunicaciones interesados en integración de tecnologías.
- Cualquier estudiante de diseño industrial que requiera conocer herramientas de software y plataformas habilitantes para un prototipado rápido.

## **5.3. Periodo de Duración del Curso**

Para entregar toda la información requerida se necesitan 10 semanas. En este periodo se pueden integrar todos los temas con el objetivo de prototipar rápido una cosa en IoT.

Para un proyecto final, se requerirán 5 semanas extras de ensayo y error en las etapas constructivas.

## **5.4. Objetivo General del Curso**

El paradigma de creer que la ingeniería basada en la técnica es lo más importante del desarrollo exitoso de un producto en IoT debe ser nuevamente evaluado. De tal manera que el objetivo principal es del curso sería:

Diseñar y prototipar un producto basado en IoT con potencial comercial.

El flujo del temario del curso se puede focalizar en tres temas fundamentales, el Diseño Tecnológico, el Diseño Industrial y el Modelo de Negocio. Cada uno de los capítulos aporta al desarrollo de los temas principales, los cuales no se abordan como capítulos específicamente.

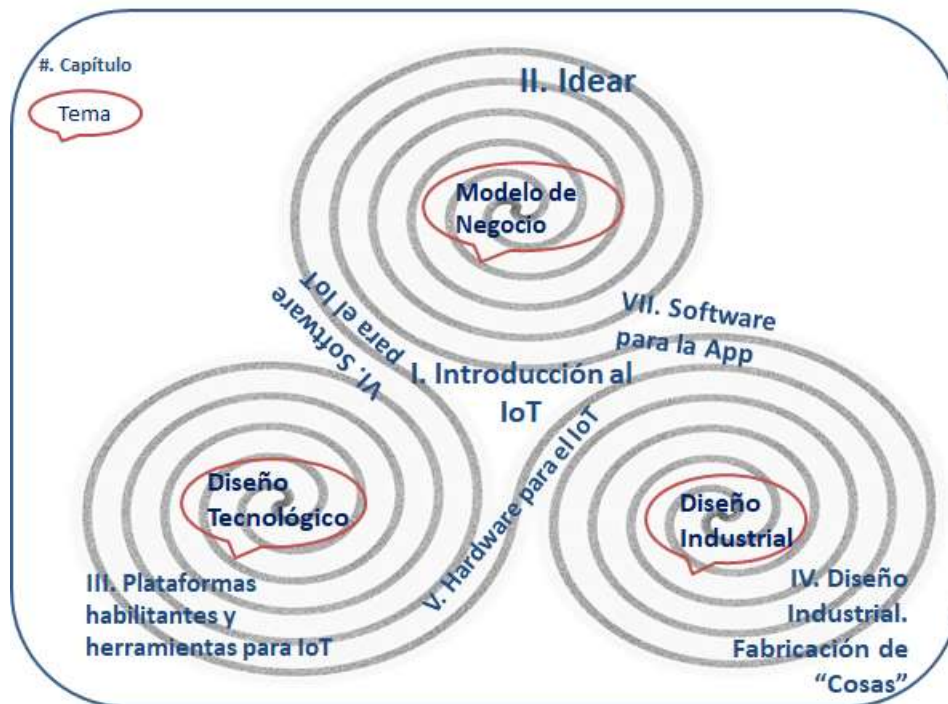


Ilustración 26. Relación de los temas fundamentales y los capítulos

## 5.5. Objetivos Específicos

### 5.5.1. Programa de Curso

Las siguientes tablas indican el programa de curso en general:

Código	Nombre			
	Desarrollo de un producto en IoT			
Nombre en inglés				
IoT developing product				
SCT	Unidades Docentes	Horas de Cátedra	Horas Docencia Auxiliar	Horas de Trabajo Personal
XX	YY	3	3	6
Requisitos			Carácter del Curso	
Ninguno			Electivo	



Resultados de Aprendizaje
<p>Al término del curso general sobre Internet de las Cosas, el estudiante demuestra que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica la estructura general de una red de Internet de las Cosas (IoT, <i>Internet of Things</i>), incluyendo los requisitos mínimos para poder definirse como una red de IoT.</li> <li>• Conoce las herramientas para la fabricación de un producto IoT teniendo como objetivo prototipar rápidamente.</li> <li>• Conoce y usa las plataformas de hardware y software ampliamente mencionadas para el desarrollo de elementos</li> <li>• Construye una proposición de valor que respalda un producto IoT.</li> <li>• Diseña un sistema IoT prototipo funcional automatizado.</li> <li>• Integra el diseño del elemento al prototipo IoT funcional para exaltar las características.</li> <li>• Aprende a programar hardware conocido en el mercado que tienen comunidades en Internet.</li> <li>• Aprende a realizar alojamiento de información en base de datos, procesamiento de datos, control de actuadores, captura de datos por medio de sensores.</li> </ul>

Metodología Docente	Evaluación General
<p>El curso consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Clases expositivas.</li> <li>b) Charlas de expertos nacionales.</li> <li>c) Trabajos autodidactas basados en la técnica.</li> <li>d) Presentación de los alumnos</li> <li>e) Demostraciones de Aplicaciones y Servicios asociados</li> <li>f) Trabajo dirigido con informe y presentación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Tareas, Controles y Examen</li> <li>b) Trabajo dirigido (Td) basado en madurez tecnológica.</li> </ul>

*Tabla 15. Programa de Curso*

Cada una de las unidades tiene sus propios programas que se describen en los siguientes puntos del capítulo.

### 5.5.1.1. Unidad 1: Introducción al IoT

El objetivo específico de este módulo es que el alumno se interiorice en los antecedentes del IoT, los conceptos básicos, la introducción a las tecnologías y los protocolos que aparecieron para habilitar el IoT. Además, bajo la lupa que el IoT tiene su base fundamental en los sensores, se debe empezar a hablar de sensores básicos, que no tengan inteligencia en sí mismos.

Los componentes docentes se resumen en la siguiente tabla.

Nombre	Introducción al IoT		
Nombre en inglés	IoT introduction		
Unidad	1		Duración semanas 2
Hora cátedra	Hora auxiliar		Horas de trabajo personal
3.6	2.4		8
Contenido sugerido			Resultado de aprendizaje
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conceptos del Internet de las cosas (IoT)</li> <li>2. Arquitectura del IoT.</li> <li>3. Introducción a las tecnologías y plataformas habilitantes para el IoT.</li> <li>4. Protocolos habilitantes del IoT.</li> <li>5. Sensores 1.</li> </ol>			<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar los principales conceptos del IoT.</li> <li>2. Conoce las herramientas de IoT que permiten crear un sistema autónomo funcional.</li> <li>3. Identifica tecnologías y arquitecturas fundamentales que soportan IoT.</li> </ol>
Metodología Docente			Evaluación del Módulo

<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Clases expositivas.</li> <li>b) Charlas de Ingenieros que se encuentran desarrollando proyectos reales en el mercado.</li> <li>c) Demostraciones de Aplicaciones y Servicios asociados</li> </ul>	<p>El módulo de Introducción será evaluado con pequeños mini controles de los temas expuestos.</p> <p>A nivel de conocimiento general, se pretende tener un examen escrito de los planteamientos generales.</p>
---	---

*Tabla 16. Programa de Unidad 1*

**5.5.1.2. Unidad 2: Idear – En busca de la necesidad**

En el contexto de prototipar rápidamente un producto comercial, es necesario aplicar alguna metodología para encontrar una necesidad, ya sea crear un proceso, optimizar un proceso existente o implementar un elemento que haga parte de un producto actual.

El objetivo de esta unidad es identificar una necesidad comercial a un producto que permita integrarlo al ecosistema IoT evaluando su viabilidad económica.

Los componentes docentes se resumen en la siguiente tabla.

Nombre	Idear - en busca de la necesidad		
Unidad	2	Duración semanas	1
Hora cátedra	Hora auxiliar	Horas de trabajo personal	
3.6	2.4	8	
Contenido sugerido		Resultado de aprendizaje	
1. Relación entre las plataformas de diseño, electrónica, aplicaciones, procesos, construcción, análisis de negocios y sistemas informáticos.		1. Entiende el flujo completo de un proyecto basado en IoT y su relación 2. Utiliza metodología de diseño que	

<p>2. Idear. Diseño de productos bajo metodología Desing Thinking.</p> <p>3. Análisis de necesidades buscando optimizar un proceso o usando metodología Lean para determinar la necesidad.</p> <p>4. Análisis de Modelo de negocio usando Modelo Canvas.</p>	<p>permita satisfacer una necesidad propia de un cliente.</p> <p>3. Construir una proposición de valor para distintos agentes de las industrias involucradas.</p>
<p><b>Metodología Docente</b></p>	<p><b>Evaluación General</b></p>
<p>a) Clases expositivas.</p> <p>b) Charlas de un Ingeniero Integrador de Servicios.</p> <p>c) Trabajos autodidactas basados en la técnica. En este caso el estudiante deberá diseñar un elemento usando metodologías propias del Diseño Industrial.</p> <p>d) Presentación de los alumnos</p>	<p>La evaluación será usando rúbricas de madurez tecnológica propuesta. Se propone aplicar en este módulo la primera rúbrica.</p> <p>A nivel de conocimiento general, se pretende tener un examen escrito de los planteamientos del módulo.</p>

*Tabla 17. Programa de Unidad 2*

**5.5.1.3. Unidad 3: Plataformas habilitantes y herramientas para proyectos IoT**

El objetivo específico de este módulo es que alumno comprenda los proyectos realizados a nivel mundial como plataformas de integración de los distintos elementos que requiere un desarrollo en IoT.

Los componentes docentes se resumen en la tabla 17.

Nombre	Plataformas habilitantes y herramientas para proyectos IoT		
Unidad	3		Duración semanas   2
Hora cátedra	Hora auxiliar		Horas de trabajo personal
3.6	2.4		8
Contenido sugerido			Resultado de aprendizaje
<p>1. Tecnologías clave para la implementación de redes 5G: Arquitecturas centradas en el dispositivo.</p> <p>2. Construcción de proyectos IoT.</p> <p>3. Características de FIWARE.</p> <p>4. Cloud Computing y características generales de OpenStack.</p> <p>5. Big Data Analytics y el uso de Hadoop.</p>			<p>1. Conoce plataformas completas que permiten crear un sistema autónomo funcional.</p> <p>2. Se entienden la necesidad de plataformas estándar abierto para IoT.</p> <p>3. Caracterizar las plataformas estudiadas.</p>
Metodología Docente			Evaluación General
<p>a) Clases expositivas.</p> <p>b) Trabajos autodidactas basados en la técnica, usando software de alguna plataforma mencionada en la clase.</p> <p>c) Presentación de los alumnos</p> <p>d) Demostraciones de Aplicaciones y Servicios asociados</p> <p>e) Trabajo dirigido con informe y presentación.</p>			<p>La evaluación para el trabajo dirigido será usando rúbricas de madurez tecnológica propuesta. Se propone aplicar en este módulo la segunda rúbrica. A nivel de conocimiento general, se pretende tener un examen escrito de los planteamientos del módulo.</p>

Tabla 18. Programa de Unidad 3

#### 5.5.1.4. Unidad 4: Concepto de Diseño Industrial. Fabricación de “cosas”

Las “cosas” son un conjunto de facilidades por las cuales un potencial cliente está dispuesto a pagar un dinero.

El objetivo es conocer y aplicar una metodología de diseño industrial para diseñar un prototipo de baja fidelidad donde el estudiante integre elementos de sensores propios de electrónica y servicios de IT.

Finalmente, el estudiante conocerá el prototipado rápido identificando las máquinas del FabLab.

Los componentes docentes se resumen en la tabla 18.

Nombre	Concepto de Diseño Industrial. Fabricación de "cosas"		
Unidad	4		Duración semanas   1
Hora cátedra	Hora auxiliar		Horas de trabajo personal
3.6	2.4		8
Contenido sugerido			Resultado de aprendizaje
1. El producto 2. Diseño Industrial. Leyes del diseño. 3. Herramientas de diseño industrial para prototipado rápido. 4. Fabricación de elementos y piezas. Introducción y características generales a FABLAB.			1. Colecta la información necesaria para iniciar un diseño de un producto. 2. Diseña un prototipo de baja fidelidad de un producto comercial de acuerdo al requerimiento. 3. Identifica las piezas mecánicas necesarias para la construcción de un objeto. 4. Entiende el paso del prototipado rápido pasando del diseño en CAD abiertos a máquinas especializadas del FABLAB.
Metodología Docente			Evaluación General
a) Clases expositivas.			

b) Charlas de un Diseñador Industrial. c) Trabajos autodidactas basados en la técnica, basados en el Diseño y Esquemas de fabricación. d) Presentación de los alumnos e) Trabajo dirigido con informe y presentación.	La evaluación para el trabajo dirigido será usando rúbricas de madurez tecnológica propuesta. Se propone aplicar en este módulo de forma parcial la tercera rúbrica donde tomará forma un prototipo funcional. A nivel de conocimiento general, se pretende tener un examen escrito de los planteamientos del módulo.
--	--

*Tabla 19. Programa de Unidad 4*

#### 5.5.1.5. Unidad 5: Hardware electrónico para el IoT

En el contexto de la electrónica, el IoT marca una nueva etapa en la automatización industrial. Es importante entender que el paradigma de la automatización tradicional se quiebra por pequeños cambios en el hardware de la electrónica tradicional.

De esta forma el estudiante entenderá las razones por las cuales el IoT es una revolución de la automatización industrial y conocerá las plataformas de hardware que habilitan estos conceptos de integración.

Los componentes docentes se resumen en la tabla 19.

Nombre	Hardware electrónico para el IoT.		
Unidad	5		Duración semanas   1
Hora cátedra	Hora auxiliar		Horas de trabajo personal
3.6	2.4		8
Contenido sugerido			Resultado de aprendizaje
1. Prototipado rápido en hardware de electrónica. 2. Características generales de Arduino, Raspberry Pi, y plataformas abiertas. 3. Sensores. Conoce diferentes tipos de			1. Selecciona la plataforma de hardware adecuada dependiendo de los requerimientos.

sensores y aprende a interactuar con éstos. 4. Introducción a los PLC y automatización tradicional	2. Prototipar un producto dependiendo de sus características funcionales. 3. Se entiende el gran avance del IoT con sensores en red que cambia el paradigma de la automatización tradicional.
Metodología Docente	Evaluación General
<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Clases expositivas.</li> <li>b) Trabajos autodidactas basados en la técnica, basados en la electrónica y el prototipado rápido.</li> <li>c) Presentación de los alumnos del desarrollo tecnológico.</li> <li>d) Trabajo dirigido con informe y presentación.</li> </ul>	<p>La evaluación para el trabajo dirigido será usando rúbricas de madurez tecnológica propuesta. Se propone aplicar en este módulo de forma completa la tercera rúbrica donde tomará forma un prototipo funcional.</p> <p>A nivel de conocimiento general, se pretende tener un examen escrito de los planteamientos del módulo.</p>

*Tabla 20. Programa de Unidad 5*

#### **5.5.1.6. Unidad 6: Software para el producto IoT**

Las buenas prácticas de informática tienen la tendencia de querer virtualizar la mayoría de los elementos de hardware para realizar una abstracción de servicios en la nube. Sin embargo, el servicio hay que conocerlo.

El objetivo de esta unidad es tener una introducción a un servicio web y la captura de la información aquí almacenada.

Los componentes docentes se resumen en la tabla 20.



Nombre	Software para el producto IoT		
Unidad	6		Duración semanas   1
Hora cátedra	Hora auxiliar		Horas de trabajo personal
3.6	2.4		8
Contenido sugerido			Resultado de aprendizaje
1. Extracción de datos de servidores locales. 2. Extracción de datos de servidores externos con información pública, como Temperatura de una zona. 3. Web Services. 4. Metodología REST.			1. Identificar y explicar los parámetros esenciales de diseño de una red IoT. 2. Aprende a leer una base de datos. 3. Se está en capacidad de levantar un servicio web.
Metodología Docente			Evaluación General
a) Clases expositivas. b) Trabajos autodidactas basados en la técnica, basados en el software y el prototipado rápido. c) Presentación de los alumnos del desarrollo tecnológico. d) Trabajo dirigido con informe y presentación del uso de una plataforma habilitante.			La evaluación para el trabajo dirigido será usando rúbricas de madurez tecnológica propuesta. Se propone aplicar en este módulo de forma completa la cuarta rúbrica donde tomará forma un prototipo funcional más elaborado.

*Tabla 21. Programa de Unidad 6*

#### 5.5.1.7. Unidad 7: Software para aplicación móvil

Un componente clave en los productos comerciales de IoT son los dispositivos móviles. Para algunas aplicaciones específicas no son necesarios, sin embargo, para el cliente potencial tiene valor poder verificar el estado de sus sensores desde su dispositivo móvil.

El objetivo de este módulo es conocer los pasos para el desarrollo de una aplicación móvil que se vincule a un proyecto de IoT.

Los componentes docentes se resumen en la tabla 21.

Nombre	Software para la App móvil		
Unidad	7		Duración semanas   1
Hora cátedra	Hora auxiliar		Horas de trabajo personal
3.6	2.4		8
Contenido sugerido			Resultado de aprendizaje
1. Criterios de diseño de la App móvil. 2. Boceto y Wireframing 3. Storyboard. 4. Desarrollo de multiplataforma			1. Identifica las etapas de diseño de una aplicación móvil. 2. Se bosqueja una aplicación móvil que esté en capacidad de interactuar con el dispositivo. 3. Selecciona la estrategia de programación adecuada las diferentes plataformas móviles que existen.
Metodología Docente			Evaluación General
a) Clases expositivas. b) Trabajos autodidactas basados en la técnica, elaborando esquemas de diseño de aplicaciones.			A nivel de conocimiento general, se pretende tener un examen escrito de los planteamientos del módulo.

*Tabla 22. Programa de Unidad 7*

## **5.6. Material Docente**

Se generó material docente para apoyar las clases magistrales, donde gran parte fue una recopilación de la bibliografía del presente trabajo y de las experiencias generadas con el proyecto “Salmoloro” y el apoyo al proyecto “Luminarias Inteligentes”. Con las

diapositivas se pretende entregar material para las presentaciones finales del instructor y seguir el orden lógico del presente trabajo.

Se generó material docente para apoyar las prácticas. Para este caso se tiene un conjunto de diapositivas que le dan un hilo conductor a la guía, donde la base un sistema de “Luminarias Inteligentes” donde el software y hardware implementado cumple con el objetivo de entender de forma simple los elementos que componen un proyecto de IoT.

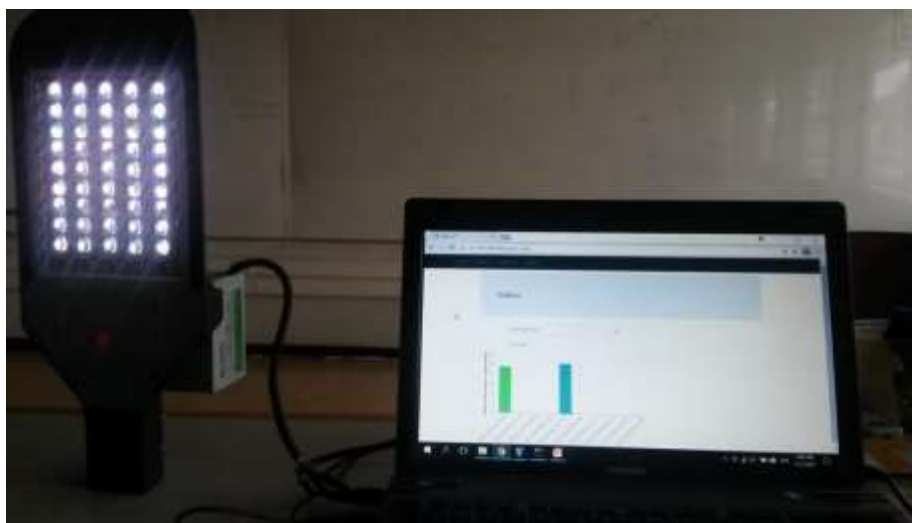
### 5.6.1. Diapositivas

Se realizan 8 presentaciones para soportar las 7 unidades que se proponen en el presente trabajo y una (1) presentación adicional para presentarla como trabajo de terreno en el Curso del MIRC del 2017.

<b>Presentación número</b>	<b>Nombre de la presentación</b>	<b>Cantidad de diapositivas</b>
Presentación 1	Introducción al IoT	21
Presentación 2	Idear	40
Presentación 3	Plataformas Habilitantes	24
Presentación 4	Concepto de Diseño Industrial	16
Presentación 5	Hardware para el IoT	26
Presentación 6	Software para el IoT	39
Presentación 7	Software for Mobile App	40
Presentación 8.	Desarrollo del Caso de Negocio; ejemplo Caso de Negocio Salmoloro	26
Presentación Integradora – Proceso del Modelo Canvas “Caso Salmoloro”	De la “Idea” al “Casi” Producto	34

*Tabla 23. Listado de Presentaciones*

A nivel de prueba de terreno se realizan dos clases a los alumnos del MIRC; la primera considerada integradora de temas, donde siguiendo el hilo conductor de los proyectos de “Salmoloro” y “Luminarias Inteligentes” se desarrollan los temas de las presentaciones 1 al 5. El tiempo de presentación es justo para 2 horas y 15 minutos de discusión. En el mismo orden de ideas, dado el interés de los alumnos por el caso práctico, se elaboró una nueva clase para explicar el tema “Caso de Negocio” donde se presentó como ejemplo las planillas evaluadas para Salmoloro y se presentó un demo de las “Luminarias Inteligentes” como tema para evaluar un futuro caso de negocio.



*Ilustración 27. Presentación de las Luminarias Inteligentes en clase del MIRC*

### **5.6.2. Guías de Laboratorio**

Se escribieron tres (3) guías de laboratorio con contenidos múltiples enfocados a cada uno de los temas expuestos en las unidades, tanto desde la concepción de un proyecto comercial, el prototipado en hardware y el prototipado en Software. De esta manera, se presenta el tema de “Smart Lighting” como un producto simple que tiene características entendibles y relacionables en el IoT. En un principio se realizó un taller pensado en las características que tendría un producto de luminarias inteligentes, por ejemplo, su modelo de negocio, los canales de venta, etc. Luego, las guías se enfocaron hacia el uso de metodologías basados en la focalización de la técnica. La siguiente tabla muestra las cuatro (4) guías.

Número de guía	Nombre de la guía	Descripción
Guía 1	Idear y CANVAS	Se concibe un posible producto comercial y se evalúa el CANVAS
Guía 2	Software para el IoT	Se expande el concepto de “nube” en el conjunto de software que se necesita para implementar un proyecto de forma local.
Guía 3	Hardware para el IoT	Se desarrolla un prototipo funcional con control local con hardware de fácil adquisición.
Guía 4	Integración	Se unen la guía tres (3) y la guía cuatro (4) donde se completa un producto funcional completo en IoT.

*Tabla 24. Listado de Talleres*

### **5.6.3. Controles Evaluativos**

Aprobar el curso requiere un entendimiento de múltiples conceptos. En este trabajo se presentan dos opciones, una rúbrica de maduración tecnológica que puede usarse para medir la evolución de un producto y una serie de 6 cuestionarios de 10 preguntas cada uno como controles de evaluación.

Los talleres pretenden ser colaboradores para afianzar los conceptos, sin embargo, dada la característica de los estudiantes del MIRC, no se encontró necesario emitir una calificación por el seguimiento de un taller.

## **6. CAPÍTULO DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **6.1. Discusiones docentes**

#### **6.1.1. Metodología y Planificación Curricular**

A continuación, se presentan las discusiones de los pasos seguidos para la estructuración de este curso:

#### **6.1.2. Formulación de los Objetivos**

Los objetivos se definieron en una instancia en que el desarrollo del prototipo y el modelo de negocio en la parte práctica estaban avanzados, luego en la recopilación se escogieron los temas a estudiar, siendo cada tema el facilitador del objetivo general. Los objetivos específicos fueron más fáciles de definir dado que se refería propiamente a la tecnología o tema a trabajar.

#### **6.1.3. Diseño del Programa de Módulos**

Se trata de la presentación de los tópicos tratados de cada tema. A nivel de discusión, los tópicos a nivel tecnológico pueden ubicarse en diferentes módulos, o tal vez dividir el tópico en uno o más módulos. Se hizo difícil organizar un tema al interior de un módulo cuando a nivel de la experiencia se entendía que son temas paralelos.

Al realizar la presentación a los estudiantes del MIRC, la atención de los estudiantes hacía el tema se estima como buena, sin embargo, es notorio que la baja cantidad de estudiantes harían que los laboratorios y prototipos de prueba recarguen mucho el trabajo sobre una misma persona.

La tendencia de las expectativas de los estudiantes se focaliza mucho en la “técnica”, es decir en el software a trabajar, el hardware a emplear y las máquinas a utilizar. En este orden de ideas se pueden mejorar los módulos con el uso de herramientas.

#### **6.1.4. Diseño de la Evaluación**

La evaluación del curso tiene dos formas, la primera es la metodología de madurez tecnológica de un producto donde se proponen rúbricas claras para cada etapa, y la segunda la evaluación tradicional a nivel de exámenes de conocimientos básicos que permiten cumplir con el esquema evaluativo de la universidad. Se recomienda utilizar la rúbrica para calificar los proyectos de madurez tecnológica, pues parece ser una herramienta poco utilizada, pero para el estudiante evaluado aparece como un método novedoso que se complementa muy bien con las ideas de “mente abierta” que se promueve en el actual curso.

## **6.2. Búsqueda de la Información**

Es difícil poder definir las fuentes de información para la elaboración del curso. La Agenda Digital de Chile sirvió mucho para definir temas y tendencias, también el hilo conductor del concurso Chile Prende sirvió para entender temas que desde el punto de vista de la ingeniería estaban muy ocultos. Las fuentes oficiales encontradas en el Portal Bello de la Universidad de Chile son las que respaldan algunas metodologías. Finalmente, el aspecto técnico es encontrado en Internet en los mismos foros de cada uno de los fabricantes que promocionan sus tecnologías. Es importante profundizar, especialmente en el módulo de software, en los esquemas de programas y rutinas que corren en una plataforma, pues sucede que los productos publicitados a la fecha funcionan como “cajas negras” de muestra de sensores en la “nube” de fácil implementación, lo que dificulta entender el concepto del funcionamiento del IoT como tal.

La evolución en el tema de las empresas tradicionales de automatización como por ejemplo Honeywell, General Electric, Scheneider, entre otras, las convierte en entes influenciadores importantes en el tema del IOT, así que una alianza estratégica con estas empresas permitirá tener una fuente oficial de la industria y facilitará la búsqueda de la información.

## **6.3. Discusión de Prototipos de Prueba**

Para cada uno de los elementos a realizar, se deben tener en cuenta los procesos de diseño, planificación, construcción y validación que se encuentra inserto de alguna manera en todos los módulos de instrucción.

## **6.4. Discusión de la Metodología Aplicada**

El Desing Thinking debe ser la base de la presentación del producto. A nuestro juicio, la mayor complejidad de uso entre las metodologías se trata de la relación entre el diseño alcanzado en el Design Thinking y la fabricación del prototipo de alta fidelidad; las formas, los detalles, los puertos hacía la carcasa, la protección del conector de la energía, los elementos de sujeción en la escena real de trabajo del producto, entre otros, son difíciles de fabricar y son elementos que el cliente final (el usuario) le justifica importancia.

## **6.5. Discusión de la Obsolescencia del tema**

Este trabajo se puede resumir en la búsqueda las metodologías actuales para la realización de un producto en el IoT, metodologías que estaban enmarcadas en el emprendimiento y el prototipado rápido. En el momento de escritura de esta memoria, las empresas tradicionales de fabricación de equipos automatización como Honeywell o Texas Instruments han empezado a incursionar al IoT, con nuevos esquemas de servicios estas grandes empresas se abrirán al rápido prototipado y alojarán los servicios en sus

plataformas de hardware y software. En mi opinión, mientras exista una “moda” del prototipado rápido con múltiples sensores y plataformas emergentes como Libelium, Arduino, la colección de las metodologías aquí presentadas tendrá vigencia. En el momento que el IoT se masifique a nivel industrial con fabricantes tradicionales, esta memoria empezará a perder vigencia.

## **6.6. Discusión del Trabajo Futuro**

La actualización del curso, en mi opinión podrá tomar dos caminos. El primer camino será el IoT industrial, donde el objetivo sea usar las herramientas de los grandes fabricantes tradicionales de automatización industrial para personalizar una solución. El segundo camino será continuar con temas de prototipado rápido enfocando en mejorar la competitividad del desarrollo de productos basándose en el diseño industrial. Por lo tanto, se deben profundizar el manejo de herramientas de la fase constructiva de un producto, ojalá tomando elementos constructivos de FabLab.



## 7. CONCLUSIONES

El proyecto Salmoloro, a pesar de haber quedado en el tercer puesto del concurso Chile Prende 2015-2016, tuvo que confrontar una realidad comercial donde, al igual que algunos autores en sus investigaciones mostraron, la persona que cultiva o que tiene una actividad económica diferente a la IT, no le interesa el monitoreo como un fin, sino que es un medio de lo que necesita. Para el caso específico de Salmoloro, el Datalogger desarrollado con sus adaptaciones de diseño que permiten ser colocado en las jaulas de crianza de salmones, que entrega un monitoreo de la jaula, terminó siendo calificado por los clientes como un producto incompleto.

La conclusión entregada por el mentor Sacha Issa de Terramar Chile fue contundente: “El producto debería ser una implementación sobre un proceso productivo, es decir, si se está en constante monitoreo del oxígeno, el producto no es monitorear o alarmar si existe una falta de oxígeno, el producto sería una implementación exclusiva que le indique al salmoneero la cantidad de oxígeno que necesita para optimizar su producción. El Datalogger y la estadística, poco interesa”. Como corolario de esta conclusión es que los desarrolladores que se han involucrado en IoT en esta época saben perfectamente lo que están haciendo, sin embargo, no sabemos para qué lo estamos haciendo. Otra conclusión importante basada sobre productos de base electrónica es que un emprendimiento nuevo no cuenta con la estructura de soporte técnico que le entregue un nivel de “tranquilidad” al cliente, por lo tanto, la sugerencia será disminuir al máximo la cantidad de hardware a la que se daba dar soporte.

A nivel de producto comercial, haber realizado tantas veces el modelo Canvas para el desarrollo del producto terminó por cambiar los postulados originales, modificando el mercado objetivo, la estructura de costos, los socios y actividades clave y finalmente los esquemas de ingreso de dinero. Realizando la discusión desde el punto de vista netamente de ingeniero en IT, los temas del negocio y específicamente del Canvas no se desarrollan por completo, dado que desde el postulado inicial no se le entrega el nivel de importancia que le corresponde.

En el marco de la innovación, son muchos los temas que se afrontan en IoT. Nuestra propuesta es que un curso de IoT, la técnica de la electrónica y las telecomunicaciones no debe ser la base del desarrollo de un producto. Dada nuestra experiencia con el usuario final, la electrónica y la telecomunicación lo dan como un “hecho”. Lo realmente importante en el producto es el Diseño Industrial. Por eso el módulo de Diseño y la fabricación en el FabLab de la Universidad de Chile será más atractivo que redundar en los sensores.

En el ejemplo tomado como base de las guías de laboratorio para las “Luminarias Inteligentes” es interesante para construir un prototipo funcional con todos los elementos

de IoT que, además, desde el punto de vista de modelo económico, abre un debate de cómo introducir este tipo de servicios al interior de la economía.

El hecho de prototipar rápido sin una metodología conlleva que los elementos que constituyen la arquitectura de la solución tengan errores fundamentales, en el proceso avanzado del proyecto del "producto" que estamos construyendo sea más fácil volver a empezar que a reparar dichos errores. La Conectividad y Comunicación, la Gestión de millones de dispositivos, la Recolección y Actuación de los Datos, la Seguridad, y sobre todo la Escalabilidad de todos los anteriores conceptos nombrados serán los problemas que enfrentar una vez nuestro proyecto sea puesto en marcha en un régimen operativo para el cual fue construido.

Después de haber cerrado el ciclo de prototipar un producto comercial basado en IoT, se concluye que el centro del análisis es el "objeto", tomando mayor relevancia los diseños industriales e incluso la tecnología habilitadora de sensores y procesamiento de información. Al igual que el Datalogger de Salmoloro construido y presentado al concurso "Chile Prende 2016", lo que define el producto de "Luminarias Inteligentes" como Luminaria es precisamente su diseño industrial, no su electrónica ni su software asociado.

La inserción del curso para los profesionales de la economía tradicional, específicamente en el ambiente minero, permitió el avance de las tecnologías habilitadoras como LTE y virtualización que requieren ganar espacio para la masificación de los sensores y los protocolos de baja potencia. Un resultado indirecto fue haber cerrado con la empresa donde el autor trabaja (PSINET Chile S.A) el negocio de la primera red LTE para la faena minera La Escondida de BHP proyectada al IoT.

## GLOSARIO

AMQP – Advance Message Queueing Protocol  
CEP – Complex event Processing  
CANVAS -  
EDA – Event-Driven Architecture  
EPL – Evento Processing Language  
IoT – Internet Of things  
MOM – Messaging – Oriented Middleware  
MPP – Mobile Party Pays  
USB – unidad de conexión  
OIM – Operador de Infraestructura Móvil  
AMC - Adaptive Modulation and Coding  
AMPS - Advanced Mobile Phone System  
Bps - Bits por segundo  
DIE - Departamento de Ingeniería Eléctrica  
DL - Downlink  
DoS - Denial of Service  
EPC - Evolved Packet Core  
ETSI - European Telecommunication Standards Institute  
E-UTRA - Evolved Universal Terrestrial Radio Access  
FDD - Frequency Division Duplex  
IETF - Internet Engineering Task Force  
ITU - International Telecommunications Union  
Kbps - kilobit por segundo

KHz - kilo Hertz

LTE - Long Term Evolution

MAC - Media Access Control

OFDMA - Orthogonal Frequency Division Multiple Access

OSI - Open System Interconnection

Salmoloro – Nombre del Proyecto del autor de esta tesis que participó en el primer concurso nacional de IoT “Chile Prende” durante el 2016, donde se fabricó un Datalogger productivo enfocado en la industria salmonera. El resultado fue haber obtenido el tercer puesto.

RESTful - (Representational State Transfer).

SSH - Secure Shell

SOA – Service Oriented Architecture

TCP - Transmission Control Protocol

USB - Universal Serial Bus

UTRAN - Universal Terrestrial Radio Access Network

WAN - Wide Area Network

WiFi - Wireless Fidelity

## BIBLIOGRAFÍA

(s.f.).

Apu Ariel, S. (2015). *Arquitectura de software de referencia para objetos inteligentes en Internet de las Cosas*. Trabajo de Grado para optar al Título de Licenciado en Sistemas. Universidad Nacional de LANUS.

Bill Ray, M. (2017). *State of the developer nation Q3. Visión Mobile*. London: Developer Economics.

Burkitt, F. (2015). Guía de un estrategia del internet de las cosas: el hecho de que miles de millones de dispositivos estén interconectados brinda la oportunidad de negocio más dinámica de hoy en día. *Harvard Deusto Marketing y Ventas N°132*, 30-41.

Carrasco, M. A. (Septiembre 2007). *Guía básica para la elaboración de rúbricas*. Universidad Iberoamericana Puebla.

Cea Campos, A. A. (2013). *Diseño e Implementación de un Curso teórico y de un laboratorio sobre calidad en redes 3g y LTE*. Universidad de Chile.

Chesbrough, H. W. (s.f.). *Innovación Abierta*. Plataforma: Barcelona.

Chile, U. d. (2003). *Sistemas de Servicio de Información y Bibliotecas. Pautas para la presentación de Tesis de la Universidad de Chile*.

Cui Wenshum, 2. (2013). *Desing and Implementation of sunlight greenohouse Service Platform Based on IoT and Cloud Computing*. (I.a 2nd International Conference on Measurement, Recopilador).

D.M, P. (2015). *Tendencias en América Latina y su Potencialidad para el Crecimiento Empresarial*.

Dr. Talah S. Arabiyat, D. S. (s.f.). *GLOBAL ENTREPRENEURSHIP MONITOR 2016-2017*. JORDAN NATIONAL REPORT.

E. Benkhelifa, M. A. (2014). *The Internet of Things: the Eco-System for Sustainable Growth*. Suffolk, UK.

EARTO IMPACT DELIVERED. (30 de Abril de 2014). [www.earto.eu](http://www.earto.eu). Obtenido de [http://www.earto.eu/fileadmin/content/03\\_Publications/the\\_TRL\\_Scale\\_as\\_a\\_R\\_I\\_Policy\\_Tool\\_-\\_EARTO\\_Recommendations\\_-\\_Final.pdf](http://www.earto.eu/fileadmin/content/03_Publications/the_TRL_Scale_as_a_R_I_Policy_Tool_-_EARTO_Recommendations_-_Final.pdf).

- ESPINOZA, M. A. (2007). *Diseño e Implementación de un Curso para la Gestión/ Tipificación de Proyectos en Telecomunicaciones*. Universidad de Chile.
- Hiway, I. (2016). Rúbrica 3ra Evaluación, Desafío IoT Chile Prende. 3.
- <http://mitprofessionalx.mit.edu>. (2017). Internet of Things:Roadmap to a Connected World. *LECTURE TRANSCRIPTS*.
- Kim Khoa Nguyen, M. C. (2015). *Environment-Aware Virtual Slice Provisioning in Green Cloud Environment*. (V. 8. *IEEE TRANSACTIONS ON SERVICES COMPUTING*, Recopilador).
- Marc Ligos, M. (2014). A (IoT) chairy tale. 65.
- Miguel Angel, L. C. (2007). *Guia Basica para la elaboración de rúbricas*. Universidad Iberoamericana Puebla. Obtenido de [http://educacionadistancia.juntadeandalucia.es/profesorado/pluginfile.php/100383/mod\\_resource/content/1/Gu%C3%ADa%20b%C3%A1sica%20para%20r%C3%ABricas.pdf](http://educacionadistancia.juntadeandalucia.es/profesorado/pluginfile.php/100383/mod_resource/content/1/Gu%C3%ADa%20b%C3%A1sica%20para%20r%C3%ABricas.pdf).
- Moreno Saiz, S. (2015). *Estudio de arquitecturas software para servicios de internet de las cosas*. Madrid: Trabajo fin de Grado E.T.S.I Telecomunicaciones(UPM).
- Pastor Benjamin, L. R. (2015). *Plan de Contingencia Sernapesca para la industria del salmón*. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/132847>
- Perera, C. (2017). *Sensing as a Service for Internet of Things: A Roadmap*. Leanpub Publishers.
- PINEDA, D. (2015). *tendencias en América Latina y su potencialidad para el crecimiento empresarial*.
- Quintana, J. M. (15 de mayo de 2016). *Niveles de Madurez de la Tecnología*. Obtenido de [www.minetur.gob.es/Publicaciones:](http://www.minetur.gob.es/Publicaciones:) <http://www.minetur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/393/NOTAS.pdf>
- Ricardo Diez, V. (2015). *Desarrollo e implementación de integradores de plataforma utilizando Fi-ware*. Universidad de Oviedo.
- Ricardo Diez, V. (s.f). *Desarrollo e Implementación de integradores de plataforma utilizando Fi-Ware*. Universidad de Oviedo.
- Soto Guzman, V. (1978). *Diseño de Cursos Universitarios*. Santiago de Chile: s.n.
- Standford, I. (2009). *Standford, I.O*. Obtenido de [http://fen.postgradouchile.cl/iss2015/espana/Bootcamp\\_bootleg\\_Spanish.pdf](http://fen.postgradouchile.cl/iss2015/espana/Bootcamp_bootleg_Spanish.pdf)

Thomas Halaby, C. G. (2015). *Optimización de los Procesos de Planificación de Producción integrada en una empresa Salmonera*. Proyecto de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil Industrial. Universidad de Chile.

VECCHIOTTI VILORIA, R. D. (2016). *DISEÑO DE UN CURSO TEÓRICO Y PRÁCTICO SOBRE: CLOUD COMPUTING*. Santiago.

Vittone, J., & Cuello, J. S. (2013). *Diseñando Apps para móviles*. Barcelona: Jose Vittone.

(En línea) <https://www.lancetalent.com/blog/tipos-de-aplicaciones-moviles-ventajas-inconvenientes/> las aplicaciones nativas, las aplicaciones web o las aplicaciones híbridas, tienen sus ventajas y desventajas.

(En línea) MACHUCA, C. M. (s.f.). (En línea) [https://es.wikipedia.org/wiki/Servicio\\_web](https://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_web). [https://sites.google.com/site/camoralesma/artículo\\_2.pdf?attredirects=0](https://sites.google.com/site/camoralesma/artículo_2.pdf?attredirects=0). [junio 2015]

(En línea) <http://developer.android.com/intl/es/tools/workflow/index.html>. [Mayo 2015]

(En línea) 2014. <http://developer.android.com/intl/es/training/basics/firstapp/creating-project.html>. [agosto 2015]

*El Android libre*. (2014). (en línea) <http://www.elandroidelibre.com/wp-content/uploads/2014/02/adt-asistente.png> [agosto 2015]

(En línea) <http://ww2.frost.com/news/press-releases/frost-sullivan-lauds-rogers-communications-successful-growth-oriented-market-strategy-m2mand-iot->

*industry/(en línea) <http://www.elmercurio.com/Inversiones/Noticias/Acciones/2016/01/18/Australis-lidera-perdidas-de-capitalizacion-bursatil-a-nivel-mundial.aspx>*

*(En línea) <https://unimooc.com/course/curso-crea-tu-startup-steve-blank/>*

*(En línea) Desing Thinking. Guía disponible en internet en español en*

*<https://dschool.stanford.edu>*

*(En línea) How to create a startup:*

*<https://es.slideshare.net/Alex.Osterwalder/successful-entrepreneurship-5747012>*

*(En línea) <https://www.merca20.com/que-es-un-caso-de-negocio/>*

*(En línea) Mini cartilla de Design Thinking.*

*<https://dschool.stanford.edu/sandbox/groups/designresources/wiki/31fbd/attachments/027aa/GUÍA%20DEL%20PROCESO%20CREATIVO.pdf?sessionID=68deabe9f22d5b79bde83798d28a09327886ea4b>*

*(En línea) <https://canvanizer.com/choose/business-model-canvas>*

*(en línea) <http://mitprofessionalx.mit.edu>; Internet of Things:Roadmap to a Connected*